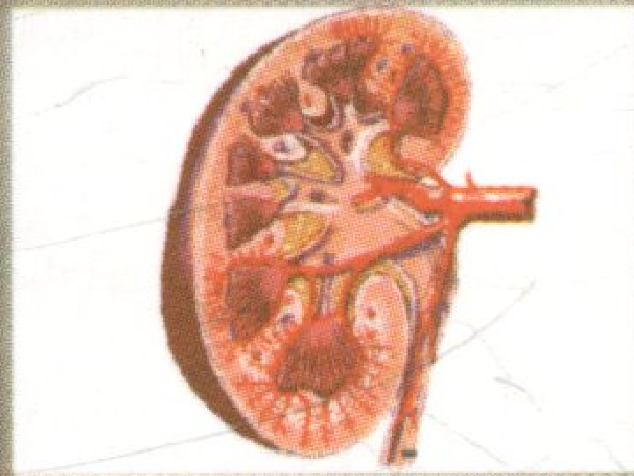
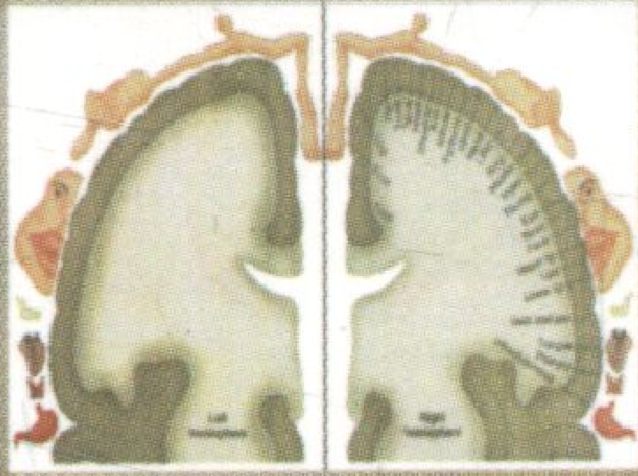
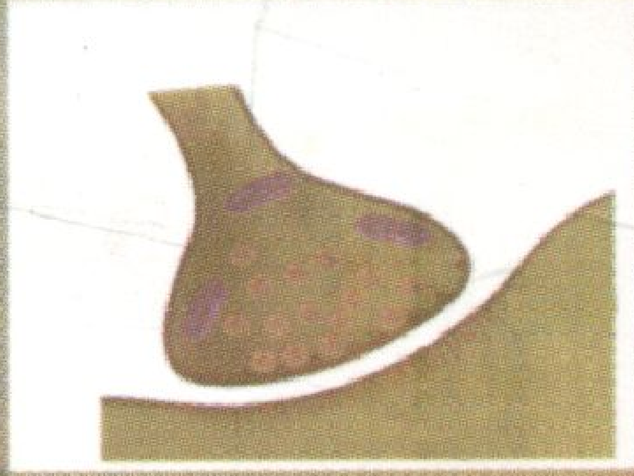
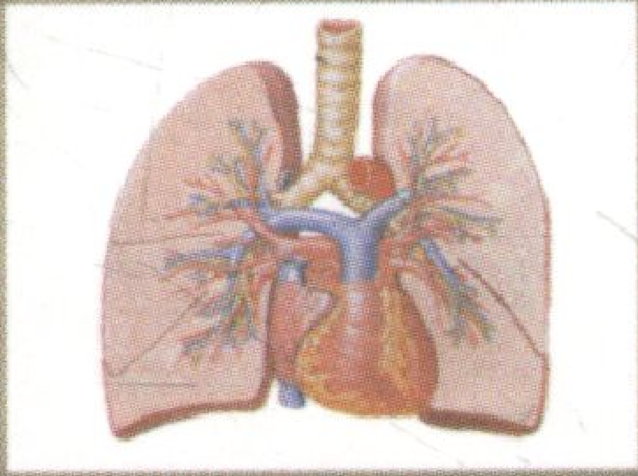
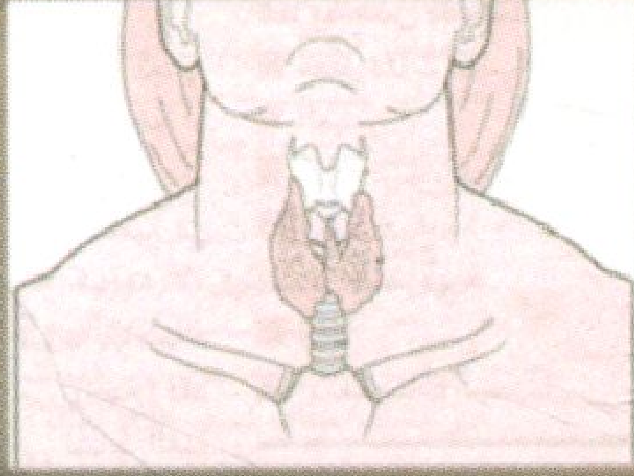
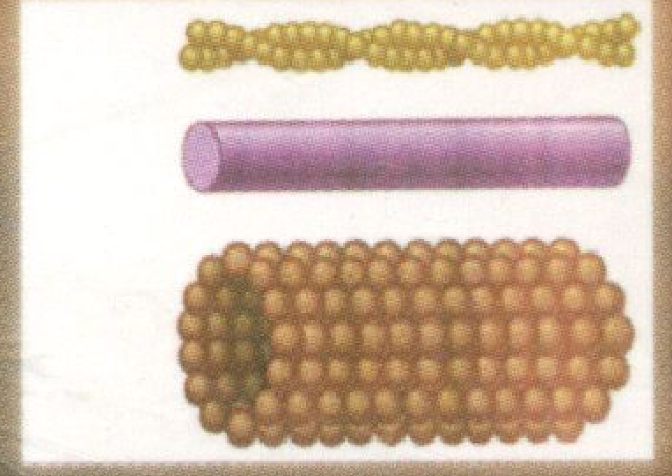
أسس علم
وظائف أعضاء الإنسان

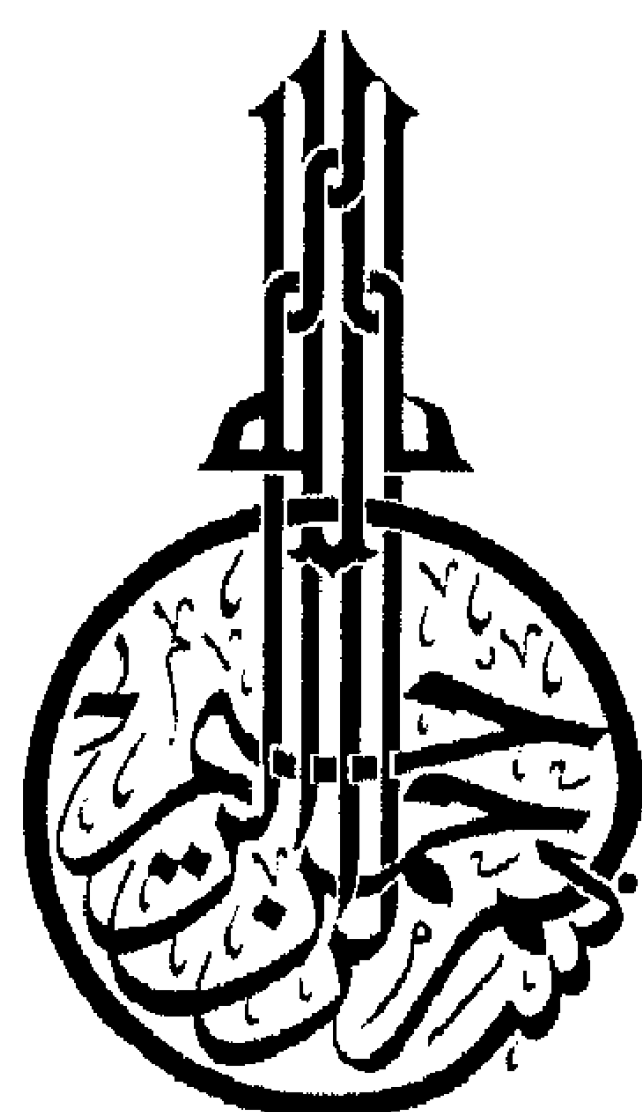
تأليف

أ.د. نبيل أبو هيكل سيد أحمد

أ.د. علي بن عبدالله القرعاوي

١٤٣١هـ / ٢٠١٠م

النشر العلمي والترجمة



أسس علم وظائف أعضاء الإنسان

تأليف

الدكتور نبيل أبو هيكل سيد أحمد
أستاذ علم وظائف الأعضاء
قسم الطب البيطري ، جامعة القصيم

الدكتور علي بن عبد الله القرعاوي
أستاذ علم وظائف الأعضاء
جـــامــعــة حــائــل

جامعة القصيم
Qassim University
النشر العلمي والترجمة
بريدة - ص.ب. ٦٦٦٦ - ٥١٤٥٢

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

أحمد، نبيل أبو هيكل

أسس علم وظائف أعضاء الإنسان./ نبيل أبو هيكل أحمد؛ علي بن عبدالله القرعاوي.- بريدة، ١٤٣١هـ

٣٧٧ ص؛ ١٧×٢٤سم

ردمك: ٧- ٢١- ٨٠١٨- ٦٠٣- ٩٧٨

١- علم وظائف الأعضاء أ. القرعاوي، علي بن عبدالله (مؤلف مشارك)

ب. العنوان

ديوي ٦١٢ ١٤٣١/٦٢٤٢

رقم الإيداع: ١٤٣١/٦٢٤٢

ردمك: ٧- ٢١- ٨٠١٨- ٦٠٣- ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق على نشره بعد اطلاعه على تقارير المحكمين وذلك بقراره رقم (١٩- ٢٥/ ١٤٣٠).

إهداء

إهداء خاص إلي جلالة الملك خادم الحرمين الشريفين الملك عبد الله بن عبد العزيز، حفظة الله.

وإلي صاحب السمو الملكي الأمير/ سلطان بن عبد العزيز ولي العهد والمفتش العام. وإلي صاحب السمو الملكي الأمير/ نايف بن عبد العزيز النائب الثاني وإلي صاحب السمو الملكي الأمير/ فيصل أمير منطقة القصيم. وإلي أصحاب السمو الملكي الأمراء.

وإلي طلاب جامعة القصيم وكل جامعات المملكة العربية السعودية وإلي أهلي في جمهورية مصر العربية وإلي شعوب الوطن العربي وإلي كل طلاب كليات الطب البشري والصيدلة والطب البيطري والزراعة والعلوم والتربية في كل الجامعات العربية. وأيضا أهدي هذا العمل المتواضع إلي أسرتي الصغيرة زوجتي وأبنائي وبناتي وإلي العائلة الكريمة .

ونرجو من الله سبحانة وتعالي أن يجعل هذا العمل المتواضع في ميزان حسناتنا. وأن يجعلة علما نافعا وصدقة جارية نبتغي بها وجه الله العليم القدير الخالق الباري المصور له الأسماء الحسني.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

المؤلفان

شكر خاص

نتقدم بخالص الشكر والتقدير إلي سعادة الأستاذ الدكتور خالدالحمودي مدير جامعة القصيم وأسأل الله العلي القدير أن يكون ذلك في ميزان حسناته.

وللجامعة لدعمها لنشر هذا العمل المتواضع وكذلك الشكر لسعادة الأستاذ الدكتور / أحمد الرقيبة وكيل الجامعة وسعادة الأستاذ الدكتور عميد البحث العلمي بالجامعة وأتقدم أيضا بالشكر الخاص لسعادة الأستاذ الدكتور/ عبد الرحمن ابراهيم الحميد عميد كلية الزراعة والطب البيطري لما بذله من جهد في المساعدة على نشر هذا الكتاب.

وخالص الشكر والتقدير لسعادة الأستاذ الدكتور/ مساعد أحمد الضبيب رئيس قسم الطب البيطري جامعة القصيم . الذي قدم الدعم المنعوي لنشر هذا العمل وشكر خاص لسعادة الأستاذ عبد الرحمن – محرر الكتاب والى كل من ساهم في اخراج هذا العمل. خصوصا المهندس/ أحمد نبيل أبوهيكل الذي ساهم في عمل الأشكال والرسوم.

لهم منا جزيل اشكر والتقدير والله نسائل أن يجعل هذا العمل المتواضع فية منافع لكل من يقرأه . وأن يجعلة في ميزان حسناتنا يوم لاينفع مال ولابنون إلا من آتي الله بقلب سليم.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاتة.

المؤلفان

مقدمة

يحتوي هذا الكتاب علي الأسس العامة لعلم وظائف الأعضاءعامة وعلم وظائف أعضاء الإنسان خاصة. ويتناول هذا العلم دراسة كل العمليات الحيوية التي تحدث في كل خلايا وأنسجة وأعضاء الجسم المختلفة . ويهدف هذا العلم وهو من العلوم الطبية الأساسية إلي التعرف على كل وظائف الكائن البشري وغيره من الثدييات . ويستفيد من هذا الكتاب طلاب كليات الطب والصيدلة والطب البيطري والزراعة والعلوم والتربية وأيضا كافة القراء.

يمكن لطلاب قسم علوم الأغذية وتغذية الإنسان الاستفادة من دراسة هذا العلم وهو أحد المقررات الدراسية المطلوبة لإتمام الدراسة بهذا القسم . ويشمل علم وظائف الأعضاء دراسة فسيولوجيا الخلايا والدم والجهاز القلبي الوعائي وفسيولوجيا الجهاز الهضمي وعمليات هضم وامتصاص الغذاء وإمداد الجسم بالطاقة الحيوية وأيضا دراسة عمليات التنفس ونقل الغازات التنفسية ودراسة وظائف الجهاز العصبي والغدد الصماء والتي تسيطر علي معظم العمليات الحيوية التي تحدث في الجسم . ودراسة فسيولوجيا الأعصاب والعضلات الهيكلية والملساء وجهاز الإخراج .

ويهدف أيضا هذا العلم إلى ربط كل هذه الأعضاء والأجهزة مع بعضها ببعض حيث تتعاون كل أعضاء الجسم معا للوصول إلي أمثل معدلات الحفاظ علي ثبات البيئة الداخلية لجسم الإنسان مما يسهل لأعضاء الجسم القيام بجميع الوظائف الحيوية. ويهتم

أيضا بكيفية وآلية عمل هذه العمليات الهامة لحياه الإنسان . ويمكن للدارسين في قسم علوم الأغذية وتغذية الإنسان معرفة ما يحدث داخل الجسم وبالتالي دراسة مدى احتياج كل خلايا وأنسجة الجسم من الطاقة في صورة الغذاء . وبالتالي الحفاظ على أداء الوظائف الحيوية بصورة طبيعية والحد كذلك من ظهور الحالات المرضية المتعلقة بالإصابة ببعض أمراض استقلاب وسوء التمثيل الغذائي . ويهتم هذا العلم بدراسة المستويات الطبيعة لمكونات الخلايا الحية ومستويات الجلوكوز والأملاح والمعادن والفيتامينات والهرمونات والأنزيمات والغازات التنفسية والماء والسوائل في جسم الإنسان.

ويقدم هذا الكتاب في صور مبسطة أسس هذا العلم ويشمل الكتاب تسعة فصول ويحتوي علي العديد من الصور التوضيحية الملونة وغير الملونة . وتم الحصول عليها وتعريب المصطلحات بها من المصادر الأجنبية والأشكال والجداول والمقارنات التي تسهل عملية فهم واسترجاع المعلومات لدي الدارسين .

ونشكر الله العظيم على أن وفقنا لطرح هذه المعلومات في أبسط الصور . ونشكر الله العلي القدير على أن هدانا إلي إنجاز وإظهار هذا الكتاب في أحسن صورة ونشكر كذلك كل من ساعدانا في اخراج هذا الكتاب .... والسلام

المؤلفان

المحتويات

الفصل الأول

فسيولوجيا الخلية

مقدمة

الخلية

هي الوحدة الأساسية للكائنات الحية وهى أبسط وحدة تركيبية والتي تكون كائناً عديد الخلايا وتستطيع الانقسام وتظل تحفظ خصائص الحياة. يهدف علم فسيولوجيا الخلية وهو أحد فروع علم الفسيولوجى إلى التركيز على مكونات وتركيب الخلية الحية من حيث التركيب الكيميائي لمكونات الخلايا الحية وبالتالي معرفة الوظائف الحيوية العديدة لهذه الخلايا وهناك العديد من أنشطة الخلية الحية تكون أساسية لمعظم الخلايا وتمثل الحد الأدنى من احتياجات الكائن الحي التي تحفظ الحياة.

مثال: خلايا الكبد في الإنسان وخلايا الأميبا متشابهتان في طريقة تبادل المواد مع البيئة المحيطة بهذه الخلايا وفى طريقة الحصول على الطاقة من المواد العضوية وفى تكوين مركبات معقدة وفى الاستجابة للإشارات من البيئة المحيطة.

يبدأ تكوين كل الكائنات الحية من خلية وحيدة a single cell وهى البويضة المخصبة a fertilized egg والتي تنقسم إلى خليتين ثم إلى أربع خلايا وهكذا.

إذا كان انقسام الخلايا الحية هو فقط الحدث الوحيد الذي يحدث. في هذه الحالة تتكون كتلة كروية من الخلايا المتشابهة. أثناء تطور الخلايا وانقسامها. كل خلية تصبح

متخصصة لأداء وظيفة معينة مثال الخلايا العضلية muscle cells تؤدي الحركة والقوة أو الخلايا العصبية nerve cells تعطى الإشارات الكهربية electric signals وتسمى عملية تحول الخلايا من خلايا غير متخصصة إلى خلايا متخصصة بالتميز أو التخليق Cell differentation .

تحمل كل الخلايا في الكائن الحي نفس الجينات فكيف لخلية غير متخصصة أن تتحول إلى خلايا عصبية وأخرى عضلية وهكذا. كيف تؤثر الإشارات الكيميائية وكيف يختلف تأثر العديد من الخلايا بهذه الإشارات في معظم الأحيان الإجابة على هذه الأسئلة غير معروفة حتى الآن.

بالإضافة إلى الاختلاف الخلوي تهاجر الخلايا إلى أماكن جديدة أثناء التطور والنمو وتكون التصاقاً اختيارياً مع الخلايا الأخرى لتكون تركيبات عديدة الخلايا.

في هذا الإطار تنتظم الخلايا داخل الجسم الحي فتكون الخلايا المتشابهة ما يسمى النسيج tissues مثل الخلايا العضلية تكون النسيج العضلي والخلايا العصبية تكون النسيج العصبي وهكذا. ويتكون من هذه الأنسجة المختلفة في التركيب والوظيفة ما يطلق عليه العضو (organs) مثال القلب – الرئة – الكلية وهكذا. وترتبط هذه الأعضاء بعضها ببعض لتكوين الأجهزة العضوية مثل الجهاز الدوري والجهاز التنفسي و الجهاز العضلي و الجهاز العصبي وهكذا.

أنواع الخلايا

يوجد داخل جسم الكائن الحي حوالي ٢٠٠ نوع من الخلايا المختلفة في التركيب والوظيفة ولكن تنقسم هذه الخلايا إلى أربعة أنواع هي:

١– الخلايا العضلية Muscle cells

٢– الخلايا العصبية Nerve cells

٣- الخلايا الظهارية Epithelial cells

٤- خلايا الأنسجة الضامة Connective tissue

يوجد في كل نوع وظيفي من هذه الخلايا عديد من أنواع الخلايا التي تؤدي وظائف متخصصة مثال ذلك الخلايا العضلية muscle cells يوجد منها ثلاثة أنواع:

هي الخلايا العضلية الهيكلية skeletal والقلبية cardiac والملساء smooth والتي تختلف عن بعضها في الشكل ومكان وجودها داخل الأعضاء المختلفة وكذلك في طريقة وميكانيكية انقباض و انبساط هذه العضلات.

الخلايا العضلية Muscle cells

تختص الخلايا العضلية بوظيفة توليد القوى الميكانيكية والتي تعطي القوة والحركة. وتتصل الخلايا العضلية الهيكلية بالعظام وتحدث الحركات في الجذع والأطراف وأيضا يمكن أن تتصل بالجلد skin مثال ذلك العضلات التي تعطى تعبيرات الوجه.

يمكن للخلايا العضلية أن توجد في تجاويف وينتج عن انقباضها دفع لمحتويات هذه التجاويف مثل عضلة القلب التي تعمل كمضخة لدفع الدم. أو في الجهاز الهضمي فتعمل علي دفع وهضم الغذاء. و أيضا تحيط بالخلايا العضلية العديد من الأوعية الدموية وينتج عن انقباضها تغيرات في قطر هذه الأوعية.

الخلايا العصبية Nerve cells

تختص الخلايا العصبية بإنتاج وتوصيل الإشارات العصبية "السيالات العصبية" nerve impulse غالبا لمسافات كبيرة ويؤدي انتقال الإشارات العصبية إلى بدء إشارات جديدة في الخلايا العصبية الأخرى أو تؤدي إلى تحفيز stimulate وتنشيط إفراز خلايا

الغدد أو انقباض خلية عضلية ولذلك تتحكم الخلايا العصبية في العديد من وظائف وأنشطة الخلايا الأخرى.

الخلايا الظهارية Epithelial cells

تختص هذه الخلايا بإفراز وامتصاص الشوارد والجزيئات العضوية وتوجد أساسا على سطح الجسم أو الأعضاء أو تبطن العديد من الأعضاء ذات التجاويف في الجسم وترتكز هذه الخلايا على غشاء مكون من طبقة من البروتين الخلوي تسمى الغشاء القاعدي Basement membrane والذي يمثل الحدود بين الأجزاء. وظيفته هي عمل حاجز اختياري ينظم تبادل الجزيئات والمركبات عبر هذا الغشاء. مثال ذلك الخلايا الظهارية الموجودة على سطح الجلد تكون حاجزاً وقائياً يعمل على منع معظم المواد الموجودة فى البيئة الخارجية للجسم والمحيطة به من الدخول إلى الجسم عبر الجلد.

وتوجد أيضا الخلايا الظهارية فى الغدد والتي تتكون نتيجة حدوث تجاويف في الأغشية الظهارية.

الخلايا النسيجية الضامة Connective tissue cells

وهى عبارة عن خلايا ضامة وظيفتها الأساسية توصيل وتدعيم تركيبات أعضاء الجسم. وهذه الخلايا تحمل بينها كميات عديدة من المواد بعض هذه الخلايا الضامة موجودة في الطبقات تحت الظهارية فى صورة خلايا أو ألياف والأنواع الأخرى تشمل الخلايا الدهنية و خلايا العظام و خلايا الدم الحمراء والبيضاء.

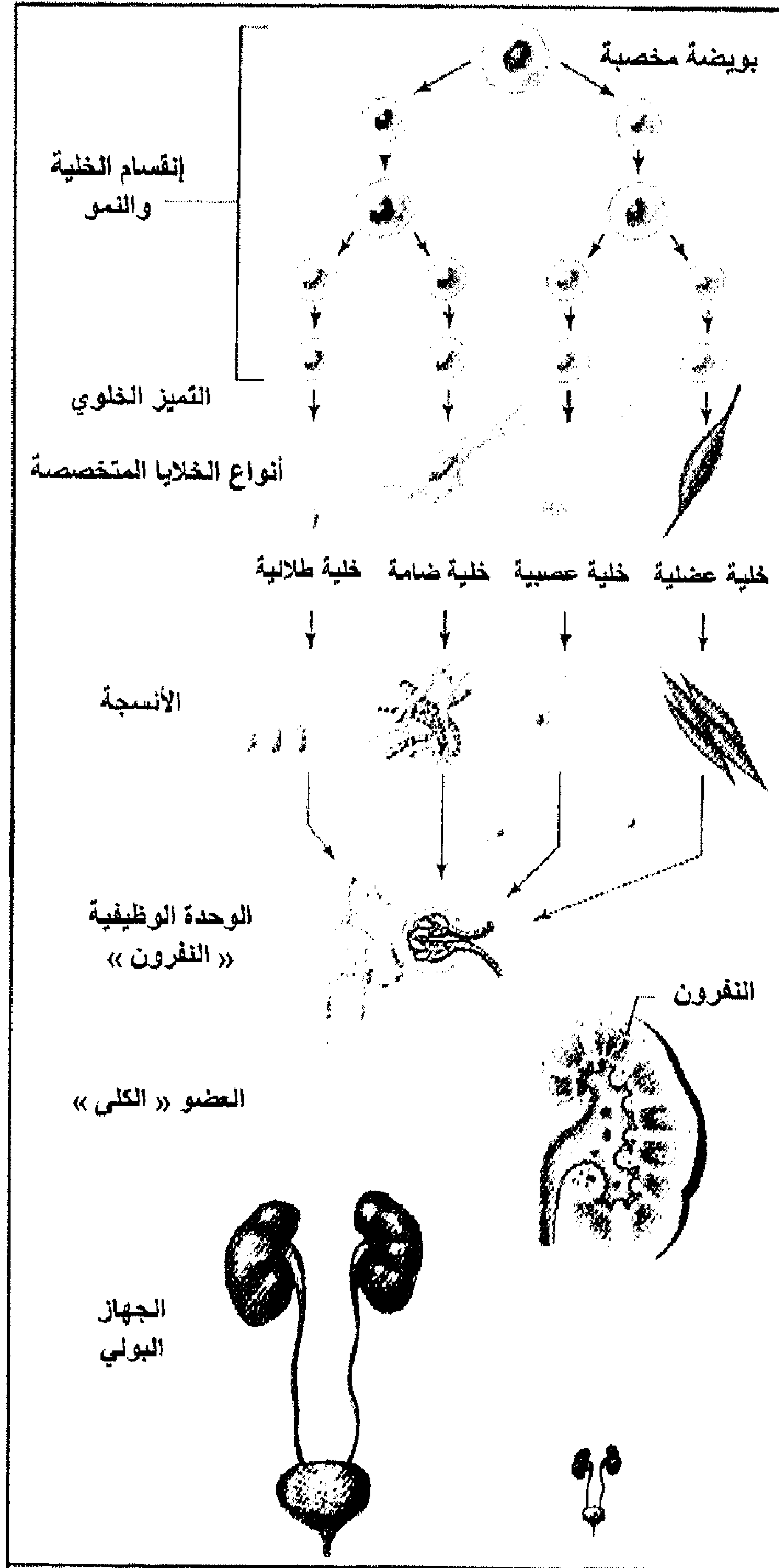
الأنسجة Tissues

تكون معظم الخلايا المتخصصة مع الخلايا الأخرى المتشابهة نوعاً معيناً من الأنسجة. وهناك أربعة أنواع من الأنسجة العامة من الخلايا المميزة وهي:

١- النسيج العضلي ٢- النسيج العصبي

٣- النسيج الظهاري ٤- النسيج الضام

في الشكل رقم (١) إيضاح لمراحل تحور الخلية المخصبة.



الشكل رقم (١). يوضح مراحل تحور الخلية المخصبة.

يطلق لفظ نسيج على مجموعة الخلايا المتشابهة التي تتكون من نوع واحد ولكن يطلق أيضا على بعض الأعضاء مثل نسيج الرئة والكلى وفي هذه الحالة يتكون من عدة أنواع من الأنسجة المختلفة.

وسوف نعرف فيما بعد أن البيئة المحيطة بالخلية في جسم الكائن الحي يطلق عليها(السائل خارج الخلايا extracellular fluid) والسائل الخلوي الخارجي يوجد في محيط خلوي خارجي يتكون من خليط من جزيئات بروتينية وفى بعض الحالات من الأملاح. ويؤدي هذا السائل وظيفتين:

١- يعمل على اتصال الخلايا.

٢- ينقل إلى الخلايا المعلومات فى صورة رسائل كيميائية والتي تنظم نموً وتميز هذه الخلايا.

يتكون البروتين المكون للوسط الخلوي الخارجي من ألياف fibres وألياف كولاجينية collagen fibres – ألياف مرنة elastic fibres وخليط من البروتينات الأخرى التي تحتوي على سلاسل من سكريات معقدة "كربوهيدرات".

الألياف الكولاجينية تمثل ثلث البروتين فى الجسم وتكون شبكة من الحديد أو الأعمدة وتمثل السكريات البروتينية طبقة الأسمنت بالنسبة للبناء.

الأعضاء والأجهزة Organs and systems

تتكون الأعضاء من أربعة أنواع من الأنسجة المنتظمة في أشكال متنوعة مثل "الأسطح – الأنابيب – الطبقات – الحزم – الشرائط وهكذا". مثال الكلى. تتكون من مجموعة من الأنابيب الصغيرة كل منها مكون من طبقة واحدة من الخلايا الظهارية – أوعية دموية تحتوى فى جدرانها على كميات متنوعة من العضلات الملساء – أنسجة

ضامة — امتدادات خلوية عصبية — شبكة من الأنسجة الضامة تنشر داخل نسيج الكلى وأيضا تكون محفظة الكلى (capsules) — سائلاً خارج الخلايا — المحيط الخلوي.

تنظم العديد من الأعضاء في أشكال صغيرة متشابهة من الوحدات الوظيفية functional units — وتؤدي كل واحدة وظيفة العضو مثل الكلى تتكون من مليوني وحدة وظيفية تسمى الكليون nephron والتي تكون من أنابيب صغيرة ويعتمد تكون البول على عدد هذه الوحدات الوظيفية.

تتكون الأجهزة العضوية من مجموعة من الأعضاء والتي تؤدي كل الوظائف ويتكون جسم الكائن الحي من حوالي عشرة أجهزة عضوية .ويوضح الجدول التالي تركيب ووظائف كل جهاز بصورة مبسطة.

الجدول رقم (١). تركيب الجهازالعضوي ووظائفة.

الجهاز	التركيب النسيجي والعضوي	الوظيفة الأولية
١- الجهاز الدوري	القلب والأوعية الدموية والليمفاوية	نقل الدم إلى كل أنسجة الجسم
٢- الجهاز التنفسي	الأنف — البلعوم — الحنجرة — الرغام — الشعب الهوائية — الرئتين	تبادل الغازات (الأوكسجين — ثان أكسيد الكربون) — تنظيم درجة الأس الهيدروجيني
٣- الجهاز الهضمي	الفم — البلعوم — المريء — المعدة والأمعاء — الغدد اللعابية — البنكرياس — الكبد والمرارة	هضم وامتصاص الطعام والماء والأملاح
٤- الجهاز البولي	الكليتين — الحالبين — المثانة — الأحليل	تنظيم تركيب البلازما من خلال إخراج الماء والأملاح ونواتج استقلاب الغذاء
٥- الجهاز العضلي الهيكلي	الغضاريف — المفاصل — الأربطة والعظام — العضلات الهيكلية	دعم — حماية — حركة الجسم — انتاج خلايا الدم في نخاع العظم

تابع الجدول رقم (١).

الجهاز	التركيب النسيجي والعضوي	الوظيفة الأولية
٧- الجهاز العصبي	المخ – الحبل الشوكي والأعصاب المحيطة والعقد العصبية وأعضاء الحس الخاصة	تنسيق وتنظيم والتحكم في العديد من وظائف الجسم معرفة وتحديد التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للجسم والإحساس والحركة والوعي والتعلم
٨- الغدد الصماء	كل الغدد الصماء مثل النخامية – الدرقية والجار درقية – البنكرياس – تحت المهاد – الكلى – المبيض – الخصية – الكظرية – اليتموسية – الصنوبرية – خلايا الغدد الصماء في الأجهزة الأخرى	تنسيق وتنظيم معظم وظائف الجسم
٩- الجهاز التناسلي	في الذكر – الخصية – القضيب – والغدد التناسلية في الأنثى – المبيض – الرحم – أنابيب المبيض – المهبل والغدد اللبنية	إنتاج الحيوانات المنوية ونقلها إلى الجهاز الأنثوي إنتاج البويضات – إنتاج الجنين
١٠- الجلد	الجلد: هو يمثل أكبر عضو في الجسم ويتكون من عدة طبقات وهي البشرة والأدمة وغدد عرقية وبصيلات الشعر	حماية الجسم ضد الجروح والجفاف والميكروبات الغازية وتنظيم درجة حرارة الجسم وإخراج الماء والأملاح عن طريق التعرق.

البيئة الداخلية والاستتباب الداخلي

The internal environment and homeostasis

تحصل كل من خلايا الأميبا وخلايا الكبد فى الإنسان على الطاقة بواسطة أكسدة مواد غذائية معينة. وتتشابه التفاعلات الكيميائية لإنتاج الطاقة فى كل من الأميبا وخلايا الكبد وتشمل استهلاك الأوكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون. ولكن الأميبا تحصل

على الأوكسجين مباشرة من الوسط البيئي الخارجي المحيط بها وتطرد ثاني أكسيد الكربون إلى نفس الوسط.

ولكن كيف لخلايا الكبد والخلايا الأخرى الحصول على الأوكسجين وطرد ثاني أكسيد الكربون ؟ هنا تختلف عن الأميبا في طريقة الحصول على الأوكسجين. إمداد الأوكسجين للجسم هو أحد وظائف الجهاز التنفسي والدوري حيث يتم الحصول على الأوكسجين من الهواء الجوي الخارجي وينقل بواسطة الجهاز الدوري إلى كل أجزاء الجسم أثناء دوران الدم وأيضا يحمل الدم ثاني أكسيد الكربون المكون في كل خلايا الجسم إلى الرئتين والذي يطرد بدوره إلى خارج الجسم أيضا يعمل الجهاز الهضمي والجهاز الدوري معا لإمداد خلايا الجسم بالغذاء.

تنقل نواتج الاستقلاب وثاني أكسيد الكربون من أماكن إنتاجها في الخلايا بواسطة الدم إلى الكلى لكي تخرج خارج الجسم وأيضا تنظم الكلى الماء والأملاح بالجسم وينظم الجهاز العصبي مع جهاز الغدد الصماء نشاط كل الأعضاء والأجهزة كذلك كل الأنشطة الحيوية لأعضاء الجسم تحدث في بيئة سائلة تسمح لكل الخلايا بالعيش وأداء وظائفها.

وتحيط هذه البيئة السائلة بكل خلية وتسمى البيئة الداخلية internal environment والبيئة الداخلية للجسم هي السائل خارج الخلايا extracellular fluid والذي يحيط بكل خلية. ومن ناحية أخرى نجد أن البيئة التي تعيش فيها كل خلية ليست هي البيئة الخارجية المحيطة بالجسم ولكن هي السائل الخارج الخلايا المحيط بالخلية ومن هذا السائل تستطيع الخلايا أن تحصل على الغذاء والأوكسجين وأيضا أن تخرج بقايا عمليات الاستقلاب. والكائن الحي عديد الخلايا يستطيع الحياة لمدة طويلة حسب قدرته على الحفاظ على البيئة الداخلية.

في عام ١٨٥٧ أكد العالم كلود برنارد بوضوح الأهمية المركزية للسائل خارج الخلايا. واستتباب البيئة الداخلية هو حالة من الحرية واستقلال الحياة. والثابت النسبي للبيئة الداخلية يعرف بأنه homeostasis قد تحدث تغيرات ولكن شدة هذه التغيرات تكون صغيرة وتظل في حدود ضيقة.

وحديثا فى القرن العشرين ذكر عالم الفيزيولوجيا الأمريكي ولتر كانون أن هذا الأستتباب يمكن أن يحدث فقط من خلال عملية تنظيم العمليات الفسيولوجية بمهارة. إن نشاط كل من الخلايا والأنسجة والأعضاء يجب أن ينظم وينسق مع بعضه بهذه الطريقة حيث إن أي تغير يحدث في البيئة السائلة خارج الخلايا extracellular fluid يحث رد فعل يعمل على تقليل هذا التغير.

وهناك مجموعة من أجزاء الجسم والتي تعمل وظيفيا على حفظ الخصائص الطبيعية والكيميائية للبيئة الداخلية ثابتة نسبيا يطلق عليها نظام التحكم في الثابت الداخلي homeostatic control system.

مثل هذا النظام أو الجهاز يستطيع تحديد شدة التغيرات في خصائص البيئة ويعمل على تنظيم المعلومات مع المعلومات الأخرى والتي تجعل الخلايا تغير من معدل وظيفتها .بمثل هذه الطريقة تستطيع الخلايا استعادة خصائصها إلى قيمة معدلها الأصلي original value.

ولوصف هذا نجد أن التعرق sweating يحدث نتيجة زيادة توليد الحرارة أثناء التمارين الرياضية. حيث إن حدوث عملية التعرق ينتج عنها تبخر في التعرق وبالتالي التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم وحفظ درجة حرارة الجسم ثابتة نسبيا حتى مع زيادة درجة الحرارة الناتجة عن حركة العضلات أثناء التمارين الرياضية.

وهناك أيضا مثال آخر: متسلق الجبال مثلا يعانى من نقص في معدل تركيز الأوكسجين فى الدم أثناء وجوده فى الأماكن المرتفعة ونقص في كمية الأوكسجين فى

هواء الشهيق ويقوم الجهاز العصبي بتحديد هذا التغير في معدل الأوكسجين ويبدأ في إرسال إشارات عصبية إلى عضلات التنفس وبالتالي يزداد معدل وعمق التنفس وتزداد أيضا كمية هواء الشهيق والتي تساعد في الحفاظ على معدل الأوكسجين في الدم من الهبوط إلى جانب زيادة معدل تكوين كرات الدم الحمراء والتي تعمل على حمل كميات أكثر من الأوكسجين.

الخلاصة

نشاط كل خلية فى الجسم يقع تحت نوعين:

١- كل خلية تؤدي لنفسها كل العمليات الخلوية الأساسية مثل حركة المواد عبر غشاء الخلية وإنتاج الطاقة وتكوين البروتين وهكذا والتي تمثل الاحتياجات الأساسية لكي تحفظ هذه الخلية شكلها وحياتها.

٢- كل خلية تؤدي نشاطاً أو أكثر من الأنشطة المتخصصة من خلال التنسيق مع نشاط الخلايا الأخرى من الأنسجة والأعضاء والتي تعمل على حفظ حياة الجسم بواسطة ثبات البيئة الداخلية والتى تحتاجها كل الخلايا.

أجزاء سوائل الجسم
Body-fluid compartments

البيئة الداخلية يمكن أن تعادل مع السائل خارج الخلايا (ECF)Extracellular fluid. و لم نذكر سابقا أن السائل خارج الخلايا (ECF) يوجد فى وضعين بين الخلايا وداخل الأوعية الدموية (B.V).

حوالي ٨٠٪ من السائل خارج الخلايا تحيط بكل خلايا الجسم ماعدا خلايا الدم Blood cells لأنه يقع بين الخلايا. وهذه النسبة ٨٠٪ من السائل الخارج الخلايا تعرف

بالسائل الخلالي interstitial fluid وتمثل نسبة ٢٠٪ من السائل الخارج الخلايا الجزء السائل من الدم أو بلازما الدم the plasma حيث توجد بها كل أنواع خلايا الدم.

وعندما يصل الدم سواء البلازما وخلايا الدم من خلال الأوعية الدموية الصغيرة فى كل أجزاء الجسم. تقوم البلازما بتبادل الأوكسجين والمواد الغذائية ومخلفات عمليات استقلاب الغذاء مع السائل الخلالي. ونتيجة هذا التبادل نجد أن معدل تركيز المواد الذائبة تقريبا متساوية فى كل من بلازما الدم والسائل الخلالي فيما عدا تركيز البروتين. ومع هذا الاستثناء الكبير نجد أن نسبة كبيرة من البروتين موجودة فى بلازما الدم عبر السائل الخلالي.

والسائل خارج الخلايا يعتبر تركيبه متجانساً على العكس يختلف تركيب السائل خارج الخلايا عن السائل داخل الخلايا intercellular fluid ويعود الفضل فى وجود هذا التباين الشديد بين السائل خارج الخلايا والسائل داخل الخلايا إلى وجود غشاء الخلية حيث يلعب هذا الغشاء دورا محوريا فى الحفاظ على الثابت الداخلي للخلايا لكي تستطيع أن تؤدي وظائفها وبالنظر إلى توزيع الكهارل داخل وخارج الخلية نجد أن داخل الخلية توجد تركيزات عالية من عناصر البوتاسيوم K^+ والماغنسيوم Mg^{++} والفوسفات P. بينما فى خارج الخلية هناك زيادة فى تركيز عناصر الصوديوم Na^+ والكالسيوم Ca^{++} والكلور Cl^-.

كما أن درجة الأس الهيدروجيني pH داخل الخلية تختلف تماما عنها فى خارج الخلية. حتى أن انخفاض رقم الأس الهيدروجيني للدم خارج الخلية إلى رقم قريب من الأس الهيدروجيني داخل الخلية يؤدي إلى فقدان الوعي coma وإذا لم يسعف

الإنسان سريعا فإنه قد يؤدي إلى حدوث الوفاة وهذه الحالة تحدث في بعض المشاكل المرضية الناتجة عن مرض السكري diabetes millitus .

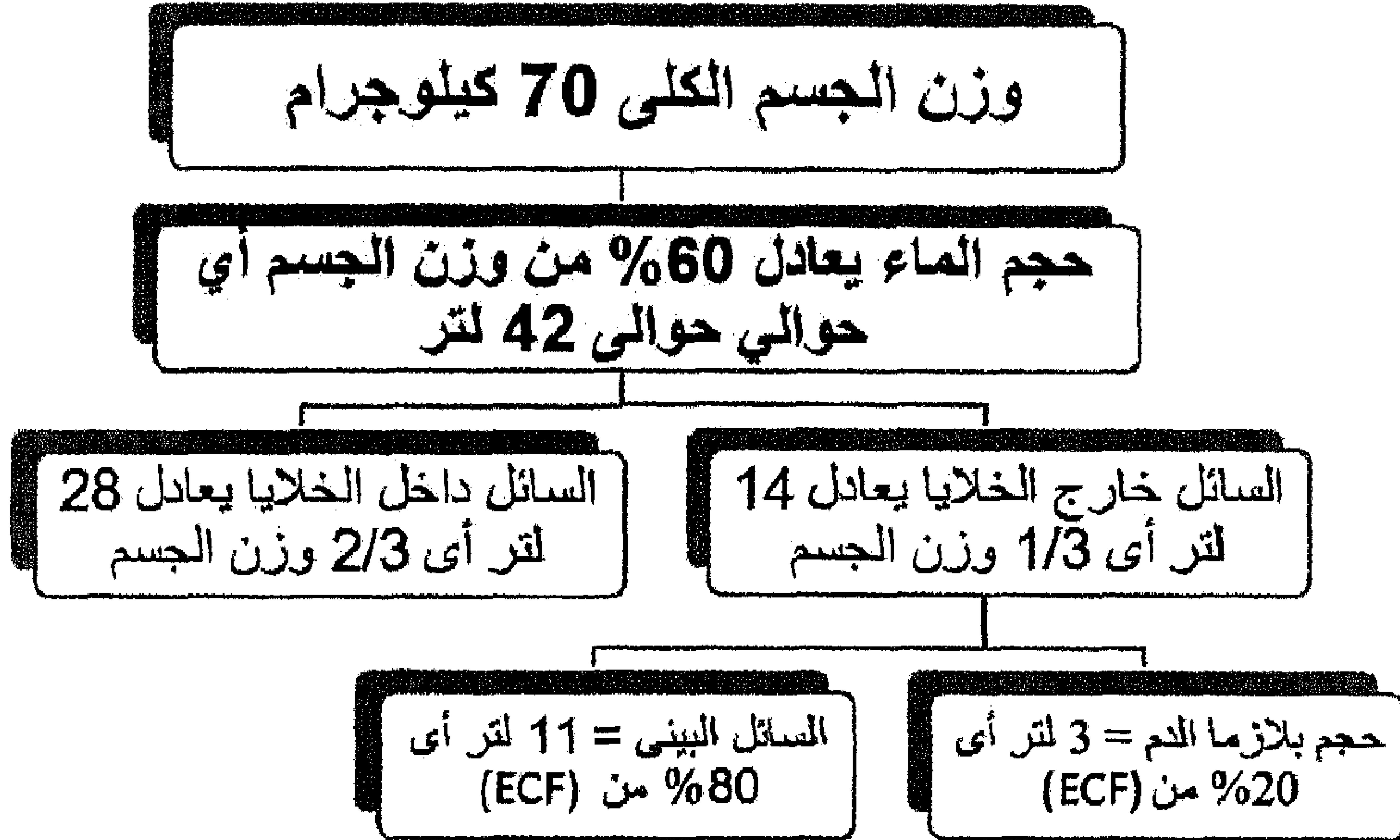
والجدول رقم (٢) يوضح تركيب وتركيز العناصر الأساسية حول غشاء الخلية.

الجدول رقم (٢). تركيز العناصر الأساسية حول غشاء الخلية.

العنصر	داخل الخلية intracellular fluid	خارج الخلية extracellular fluid
الصوديوم Na^{+}	١٠ ملى مكافئ/لتر	١٤٢ ملى مكافئ/لتر
البوتاسيوم K^{+}	١٤٠ ملى مكافئ/لتر	٤ ملى مكافئ/لتر
الكالسيوم Ca^{++}	٠,٠٠٠١ ملى مكافئ/لتر	٢,٤ ملى مكافئ/لتر
الماغنسيوم Mg^{++}	١٠ ملى مكافئ/لتر	١,٢ ملى مكافئ/لتر
الكلور Cl^{-}	٤ ملى مكافئ/لتر	١٠٣ ملى مكافئ/لتر
البيكربونات HCO_3^{-}	٧٥ ملى مكافئ/لتر	٢٨ ملى مكافئ/لتر
الفوسفات	١٦ ملى مكافئ/لتر	٤ ملى مكافئ/لتر
البروتينات	١٦ ملى جرام/لتر	٢ ملى جرام/لتر
الجلوكوز glucose	صفر-٢٠ ملى جرام/لتر	٩٠ ملى جرام/لتر
الأحماض الأمينية	٢٠٠ ملى جرام/لتر	٣٠ ملى جرام/لتر
الأس الهيدروجينى pH	٧	٧,٤

ويمثل الماء الجزء الأعظم من سوائل الجسم. حيث يمثل حوالى ٦٠٪ من وزن الجسم الطبيعى normal body weight أي حوالي ٤٢ لتراً من وزن جسم شخص طبيعي وزنه حوالي ٧٠ كيلوجرام.

ويوزع كما فى الشكل التالي حوالي ٢٨ لتراً أي ٣/٢ من وزن الجسم توجد فى السائل داخل الخلية intracell. fluid والباقي ١٤ لتراً تمثل ٣/١ من وزن الجسم تمثل البيئة الداخلية أو السائل خارج الخلايا (ECF) وينقسم السائل الخارج الخلايا إلى ٨٠٪ فى السائل البينى أى حوالى ١١ لتراً وحوالى ٢٠٪ فى بلازما الدم وتمثل حوالى ٣ لترات من حجم السائل خارج الخلايا. الشكل رقم (٢) يمثل توزيع سوائل الجسم لشخص وزنه حوالى ٧٠ كيلوجرام.



الشكل رقم (٢). يمثل توزيع سوائل الجسم لشخص وزنه حوالى ٧٠ كيلوجراماً.

الأس الهيدروجيني pH

ترجع حموضة المحاليل إلى تركيز شوارد الهيدروجين الحر فى هذه المحاليل كلما زاد تركيز شوارد الهيدروجين زادت حموضة المحلول وتركيز شوارد الهيدروجين يمثل بمصطلح pH أو الأس الهيدروجيني.

تعريف الأس الهيدروجيني

سالب لوغاريتمي للقاعدة ١٠ من تركيز شوارد الهيدروجين $pH = -\log [H^+]$، الأقواس حول شوارد الهيدروجين تعطي قيمة تركيز شوارد الهيدروجين ولذلك المحلول الذى يحتوي على تركيز شوارد الهيدروجين يعادل ١٠$^{-٧}$ مول/لتر (10^{-7} mol/l) يكون الأس الهيدروجيني يعادل ٧ ($pH = 7$) والمحاليل ذات الحموضة الزائدة التى تعادل (10^{-6} mol/L) يحمل + أس هيدروحيني يعادل $pH = 6$.

لاحظ أن زيادة الحموضة يصاحبها نقص فى الأس الهيدروجيني والتغير من درجة ٧ إلى ٦ يمثل زيادة مقدارها عشرة أضعاف تركيز الهيدروجين. والماء النقى نتيجة حدوث تأين بعض جزيئاته إلى شوارد الهيدروجين (H^+) (OH^-) ومجموعة الهيدروكسيد يكون تركيز شوارد الهيدروجين فيه 10^{-7} mol أي أن الأس الهيدروجيني pH = 7.0 ويعتبر الماء محلولاً متعادلاً فى هذه الحالة.

المحاليل القلوية تحتوي على تركيز قليل من شوارد الهيدروجين ويكون الأس الهيدروجيني زائداً عن ٧ ويكون تركيز شوارد الهيدروجين فى المحاليل الحامضة أعلى والأس الهيدروجيني لها أقل من ٧.

وفى جسم الكائن الحي يكون تركيز شوارد الهيدروجين فى السوائل الخارج خلوية حوالى $4x10^{-8}$ mol/L (pH = 7.4). بمعدل يتراوح ين (7.35-7.45) وفي هذه الحالة تعتبر قلوية خفيفة (slight alkalines).

معظم السوائل داخل الخلايا تحتوى على تركيز أعلى من شواردات الهيدروجين عن السوائل الخارج خلوية وتكون الأس الهيدروجيني (pH 7.0-7.2) وإذا تغيرت الشحنات الكهربية فى جزء فإنه سوف تتغير معه التفاعلات مع الجزيئات الأخرى وبالتالي تتغير خصائص الوظائف وفى حالات السوائل خارج الخلايا فإن التغير في تركيز شوارد الهيدروجين من 7.8-6.8 يعني زيادة ١٠ أضعاف. وفى هذه الحالة تكون غير متوافقة مع الحياة إذا استمرت لمدة قليلة وغالبا التغير البسيط في تركيز شواردات الهيدروجين يمكن أن يؤدي إلى تغيرات كبيرة في + تفاعل الجزئيات داخل الخلية.

الأهمية الفسيولوجية للأس الهيدروجيني

يؤثر شوارد الهيدروجين على الاستتباب الداخلي للبيئة الداخلية للخلية وبالتالي على الوظائف الحيوية في الجسم ومن هذه الوظائف:

١- تفاعلات الإنزيمات.

٢- انتقال الشوارد عبر غشاء الخلية.

٣- انتقال السيالات العصبية عبر الأعصاب.

٤- التغذية الدموية blood flow.

٥- انقباض عضلات القلب والعضلات الملساء.

وغيرها من الوظائف الحيوية. وبالتالي لابد أن يظل تركيز شوارد الهيدروجين ثابتاً وهناك عدة طرق فسيولوجية وكيميائية تنظم ثبات درجة pH.

ومن هذه الطرق الفسيولوجية:

١- الجهاز التنفسي Respiratory system.

٢- الكبد Liver ٣- الكلى Kidney

١- دور الجهاز التنفسي في الحفاظ على درجة pH ثابتة

عند إضافة أحماض إلى الدم سوف تتفاعل مع بيكربونات الصوديوم الموجودة في الدم وبالتالي يقل محتوى الدم منها ويزداد معدل ثاني أكسيد الكربون وأيضا يزداد شوارد الهيدروجين مما يؤدي إلى زيادة معدل التنفس نتيجة تنشيط ثاني أكسيد الكربون لمراكز التنفس في الجسر والنخاع المستطيل ويحدث زيادة في معدل التنفس ينتج عنه التخلص من ثاني أكسيد الكربون الموجود بالدم وبالتالي المساعدة على ثبات pH للدم. والعكس يحدث في حالة زيادة قلوية الدم حيث يقل معدل التنفس ويحدث احتجاز لكمية من ثاني أكسيد الكربون ويزداد معدل البيكربونات وبالتالي يظل pH ثابتاً.

٢- دور الكلى في الحفاظ على ثبات pH

١- تفرز الكلى الأحماض الزائدة عن حاجة الجسم فى البول فى حالة زيادة الحموضة كما فى حالات مرضى السكري Diabetes mellitus .

٢- تكوين الأمونيا التي تعادل الأحماض فى أنابيب الكلى.

٣- إفراز بيكربونات الصوديوم فى حالات زيادة قلوية الدم وبالتالي تسهم الكلى في الحفاظ على ثبات pH.

٣- دور الكبد في الحفاظ على ثبات pH

١- تعمل الكبد على تحويل حمض اللبن الناتج عن عمليات استقلاب الغذاء في العضلات وتحويله في الكبد إلى مركبات سكرية مثل الجلوكوز والجليكوجين وبالتالي يتم التخلص من الحموضة الزائدة.

٢- تعمل الكبد على تحويل الأمونيا إلى مركبات متعادلة مثل اليوريا.

٣- تفرز الكبد أجساماً كيتونية فى حالة زيادة حموضة الدم.

الطرق الكيميائية التي تحافظ على ثبات PH

وهي أسرع الطرق في الحفاظ على ثبات pH من الطرق الفسيولوجية نظام الدوارئ (المنظمات) Buffer system وهو عبارة عن حمض ضعيف ملح هذا الحامض "قاعدة" وتتفاعل مع الأحماض القوية وتكون أحماضاً ضعيفة. مثال ذلك:

١- دوارئ البيكربونات	Bicarbonate buffer
٢- دوارئ الخضاب فى كرات الدم الحمراء	Haemoglobin buffer
٣- دوارئ البروتين	Protein buffer
٤- دوارئ الفوسفات	Phosphate buffer
٥- دوارئ الأنسجة	Tissues buffer

قاعدة/ حمض

1- H_2CO_3 / $NaHCO_3$

2- HHb/KHb and $HHBO_2$/$kHbO_2$

3- Proteinic acid / Na proteinate

4- NaH_2PO_4 / Na_2HPO_4

التركيب والوظيفة لمكونات الخلية

Cell structure and functions

الخلايا هي الوحدات الأساسية لتركيب الجسم وأيضا هي الوحدات الوظيفية لكل الكائنات الحية a small chamber = cell.

ويتكون جسم الكائن الحى مثل الإنسان وغيره من الكائنات الحية من تريليون خلية والخلايا الحية في كل من الفأر والإنسان والفيل مثلا تقريبا تحمل كلها نفس الحجم ومع العلم أن حجم الجسم يختلف مثلا. الفيل ذو حجم كبير لأنه يحتوي على عدد كبير من الخلايا وليس لأن حجم خلاياه كبيرة. ويصل قطر الخلايا فى معظم الكائنات الحية ١٠–٢٠ µm ويمكن أن يقل إلى حوالي 2 µm أو يزيد ١٢٠ µm .

ويستخدم المجهرلمعرفة ودراسة تركيب هذه الخلايا الصغيرة جدا فى الحجم والخلية التى يتراوح قطرها ١٠ µm تحتل حوالي ١/١٥ من حجم صغير يمكن أن يرى بواسطة العين المجردة .

وتحتوي الخلايا على الكثير من الأجسام الخلوية التى تكفل لها القيام بوظائفها المتعددة من أهم مكونات الخلية الحية هى النواة – النوية وجهاز جولجي والشبكة الهيولية الناعمة الشبكة الهيولية الخشنة – المتقدرات "الميتوكوندريات" والليسوسومات حبيبات

إفرازية — غشاء الخلية — الروابط الفسحية والروابط المتينة ويمكن لنا أن نقوم بدراسة وفحص هذه المكونات باستخدام المجاهر سواء الضوئية منها أو الإلكترونية أو المتقدمة .

الفحص المجهري للخلية Microscopic observation of cells

الأجسام الصغيرة جدا يمكن أن ترى وتفحص بواسطة المجهر ويعتمد ذلك على طول موجة الأشعة التي تستخدم حيث إن أقصر طول موجه تساعد على رؤية الأشياء الأصغر باستخدام المجهر الضوئي light microscope الأشياء الصغيرة والتي يتراوح قطرها ٠,٠٢ µm يمكن لنا أن نراها بوضوح ولكن باستخدام المجهر الالكتروني electron microscope والتي تستخدم شعاعاً الكترونياً بدلا من أشعة الضوء يمكن أن تساعدنا فى رؤية الأشياء الصغيرة جدا والتي يصل قطرها إلى حوالي ٠,٠٠٢ µm. لتكوين الصورة بوساطة الشعاع الالكتروني.

تمر معظم الالكترونات من خلال العينة مثل الضوء العادي للمجهر الضوئي ولكن الالكترونات تستطيع أن تخترق فقط مسافة قصيرة خلال المادة لذلك العينة التي تفحص لابد لها أن تكون رقيقة جدا (very thin).

وعينات الخلايا التي تفحص بواسطة المجهر الالكتروني يجب أن تقطع فى شرائح يصل قطرها حوالي ٠,٠١ µm سمك أي حوالي ١/١٠٠ من سمك الخلية العادية.

تنظيم الخلايا

إذا كنا سنقصر دراستنا على أنسجة مثبتة ومقطعة فسوف يتولد لدينا انطباع خاطئ. وهو أن الخلايا ما هي إلا تراكيب جامدة لا تتحرك ساكنة. ولكن الحقيقة هي أن داخل الخلية في تغير كبير ومستمر. ومعظم الخلايا متغيرة فى الشكل نابضة وتتنفس

وجسيمات الخلايا تتجول ويعاد تجميعها داخل الهيولي مع العديد من حبيبات الجليكوجين وكريات الدهون وحويصلات من أنواع عديدة مختلفة.

هذا الوصف مأخوذ من مزارع الخلايا الحية التي تم تصويرها فوتوغرافيا وبالفيديو فى فترات متباينة.

فإذا استطعنا مشاهدة الحركة المكوكية السريعة للجزيئات عبر بوابات وقنوات الغشاء الخلوي وأيضا ملاحظة ومشاهدة تحولات الطاقة الاستقلابية داخل جسيمات أو عضيات الخلية. فسيتكون عندنا انطباع قوي عن الاهتياج الكبير.

ومع ذلك فالخلية ما هي إلا مجموعة من الأنشطة المنظمة فهناك نظام وتوافق فى العمل داخل الخلية والذى يمثل الظاهرة المحيرة العظيمة والتى نطلق عليها الحياة life. وبدراسة حركة التطور بالمجهر فإننا سنتحقق من أنه كلما زاد فهمنا لوحدة الحياة هذه cells وكيفية عملها زاد بالطبع فهمنا لطبيعة الحياة نفسها.

يوجد نوعان من الخلايا الحية: خلايا حقيقية النواة eukaryotic، وخلايا بدائية النواة prokaryotic (انظر الجدول رقم ٣). خلايا الإنسان وكذلك خلايا الكائنات عديدة الخلايا والنبات تسمى خلايا eukaryotic خلايا ذات نواة حقيقية وهذه الخلايا تحتوى على غشاء نووي يحيط بنواة الخلية وأيضا العديد من الأغشية الخلوية. ولكن الخلايا بدائية النواة prokaryotic مثال خلايا البكتريا تفقد هذه الأغشية الخلوية.

وسوف ندرس فقط فى هذا الفصل تركيب ووظائف الخلايا الحية فى الكائنات الحية عديدة الخلايا حقيقية النواة eukaryotic cells. تحاط الخلايا بغشاء حيوي يسمى plasma membrane غشاء الخلية والذي يغطى سطح الخلية وتحتوي الخلايا من الداخل على جسيمات لها أغشية أيضا ويطلق عليها cell organelles أي الجسيمات الخلوية cell organelles وهذه الجسيمات لها وظائف عديدة تساعد الخلية على البقاء والحياة.

وتتكون الخلايا من النواة nucleus وهى عبارة عن عقل الخلية وتوجد فى منتصف الخلية وتأخذ الشكل البيضاوي أو الدائري.

الجدول رقم (٣). مقارنة خلايا بدائية النواة وأخرى حقيقية النواة.

الصفات	الخلية بدائية النواة	الخلية حقيقية النواة
حجم الخلية	غالبا صغير (١-١٠ ميكرون)	غالبا كبير (١٠-١٠٠ ميكرون)
النظام الوراثي	DNA مع بعض من البروتين اللاهستوني ، كروموسوم دائري بسيط. غير محاط بغشاء	DNA متحد مع بروتينات هستونية وغير هستونية فى كروموسومات معقدة داخل نواة ومحاطة بغلاف غشائي
انقسام الخلية	انقسام مباشر الثنائي أو البرعم ولايوجد انقسام ميتوزي	الانقسام ميتوزى ، حبيات مركيزة فى العديد منها ويوجد المغزل الميتوزى
التغذية	الامتصاص بمعظمها التمثيل الضوئي لبعضها	الامتصاص والابتلاع والتمثيل الضوئي ببعضها.
طاقة الاستقلاب	المتقدرات "الميتوكوندريا غير موجودة ، أنزيمات الأكسدة مرتبطة بغشاء الخلية وغير مغلفة بأغشية يوجد بها تنوع كبير فى نماذج الاستقلاب	المتقدرات "الميتوكوندريا" موجودة ، الأنزيمات موجودة داخلها ، طريقة موحدة للأكسدة الاستقلابية.
الحركة داخل الخلية	لاتوجد	انسياب سيتوبلازمي ، التهام — شرب خلوي

السيتوبلازم والهيولي cytoplasm

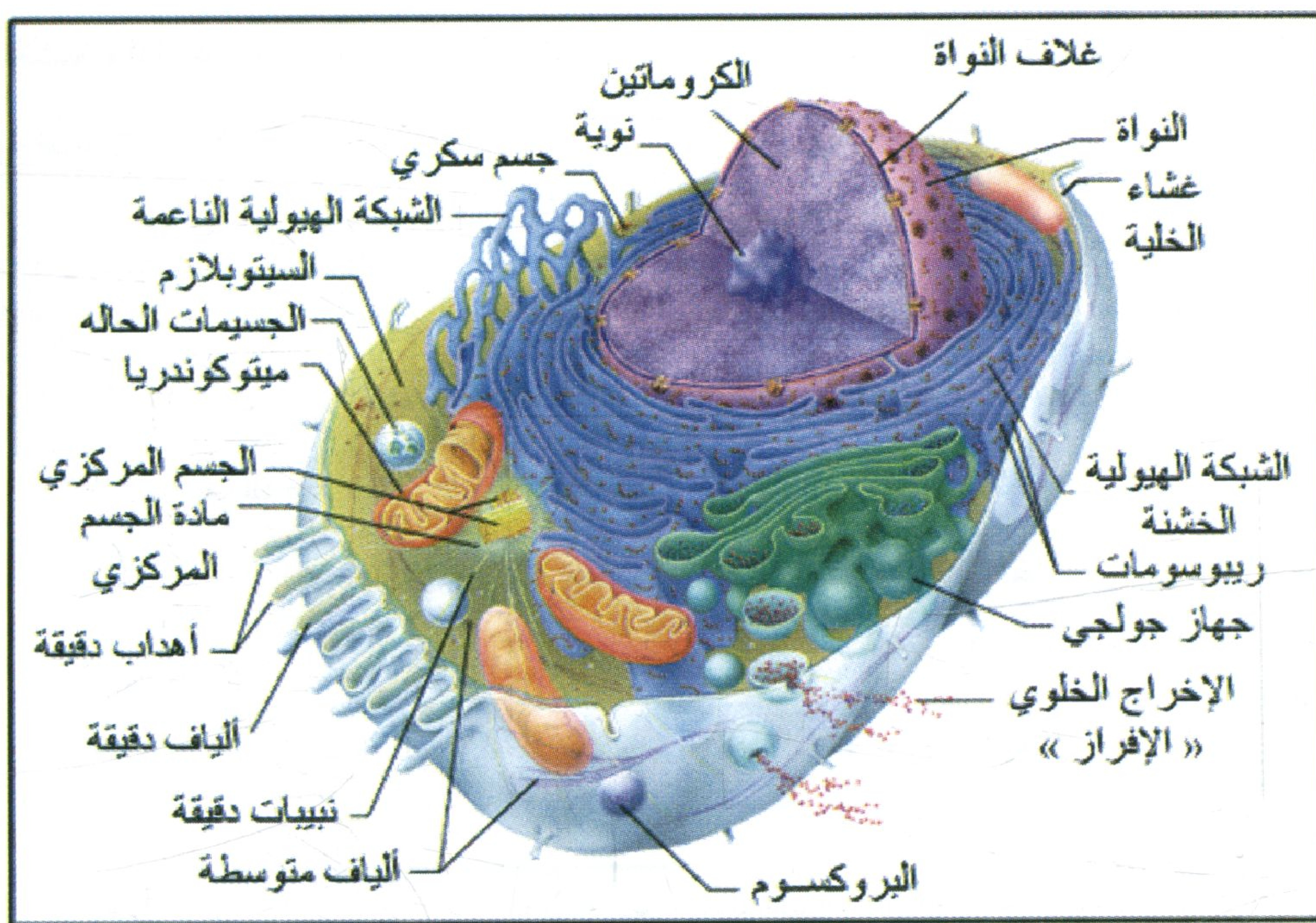
ويتكون السيتوبلازم من جسيمات الخلية cell organelles والسائل الذي تحيط بهذه الجسيمات ويسمى سيتوسول cytosol وكلمة السوائل داخل الخلية intracellular fluid تعني كل السوائل الموجودة داخل الخلية أي فى السيتوبلازم وجسيمات الخلية

وحتى النواة ويختلف تركيب هذه السوائل من السيتوسول إلى جسيمات الخلايا ويمثل السيتوسول أكبر كمية من هذه السوائل.

تركيب الخلية

الخلية هي الوحدة الأساسية للجسم وهي شديدة التعقيد من حيث التركيب والوظائف التي تقوم بها وهي تحتوي على الكثير من الأجسام الخلوية التي تكفل لها القيام بوظائفها المتعددة (انظر الشكل رقم ٣). وعقل الخلية هو النواة التي تحتوي علي الصبغيات chromosomes التي يختلف عددها حسب نوع الحيوان. وتتركب الصبغيات من جينات genes متراصة جنبا إلي جنب ويختلف عدد الصبغيات من حيوان إلي أخر . في الإنسان مثلا يوجد ٤٦ صبغيا (٢٣ زوجا) وهذه تحتوي على حوالي ١٠٠،٠٠٠ جين بمعدل حوالي ٤٠٠٠ جين علي الصبغ الواحد. والجينات هي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية للكائنات المختلفة.

وتتكون الجينات من بروتين نووي خاص يسمى حامض الدي رايبوز النووى (الدنا) Deoxyriboneucleic acid (DNA) ويعتبر هذا الحمض هو الوحدة الأساسية التي تتكون منها الصبغيات. ويتشكل هذا الحامض من هيكل على شكل سلم حلزوني مكون من حمض الفوسفوريك وسكر خماسي اسمه الدي أكسي رايبوز deoxyribose وأربعة أنواع من القواعد النيتروجينية. وتقع هذه القواعد النيتروجينية علي الهيكل ويرتبط كل نوعين متقابلين منهما بروابط هيدروجينية. وتغلف النواة بغشاء نووي nuclear membrane يتصل مباشرة بالشبكة الهيولية endopalsmic reticulum. كما توجد في النواة النوية nucleolus وقد توجد واحدة منها أو اكثر في النواة وهذه ليس لها غشاء خاص بها وهي تحتوي علي بروتين نووي أخر يسمى حمض الرايبوز النووى (رنا) ribonucleic acid (RNA) وهذا البروتين ينتج بواسطة د نا من النواة ويخزن في النوية لحين الحاجة إليه.



الشكل رقم (٣). تركيب الخلية الحيوانية في جسم الإنسان.

ويحتوي RNA علي حمض فوسفوريك وسكر خماسي اسمه الرايبوز ribose وقواعد نيتروجينية وهو على شكل شريط مفرد وليس شريطاً مزدوجاً مثل د ن ا وهذا البروتين يتشكل في عدة صور هي رن ا الناقل transfer RNA وهو المسؤول عن نقل الأحماض الأمينية من الهيولي إلي أماكن تصنيع البروتين علي الريبوسومات، رن ا الرسول messenger RNA هو الذي يحمل الشفرة المسؤولة عن تصنيع البروتينيات من النواة إلي الريبوسومات، رن ا الريبوسومي ribosomal RNA ويمثل المكون الرئيسي للريبوسومات.

الشبكة الهيولية Endoplasmic reticulum

الشبكة الهيولية عبارة عن شبكة من الأنابيب تمتد من النواة في كل أنحاء الخلية وقد يوجد علي سطحها الخارجي ريبوسومات وتسمي في هذه الحالة الشبكة الهيولية

الخشنة وإذا اختفت الريبوسومات منها سميت الشبكة الهيولية الناعمة (الشكل رقم ٤).

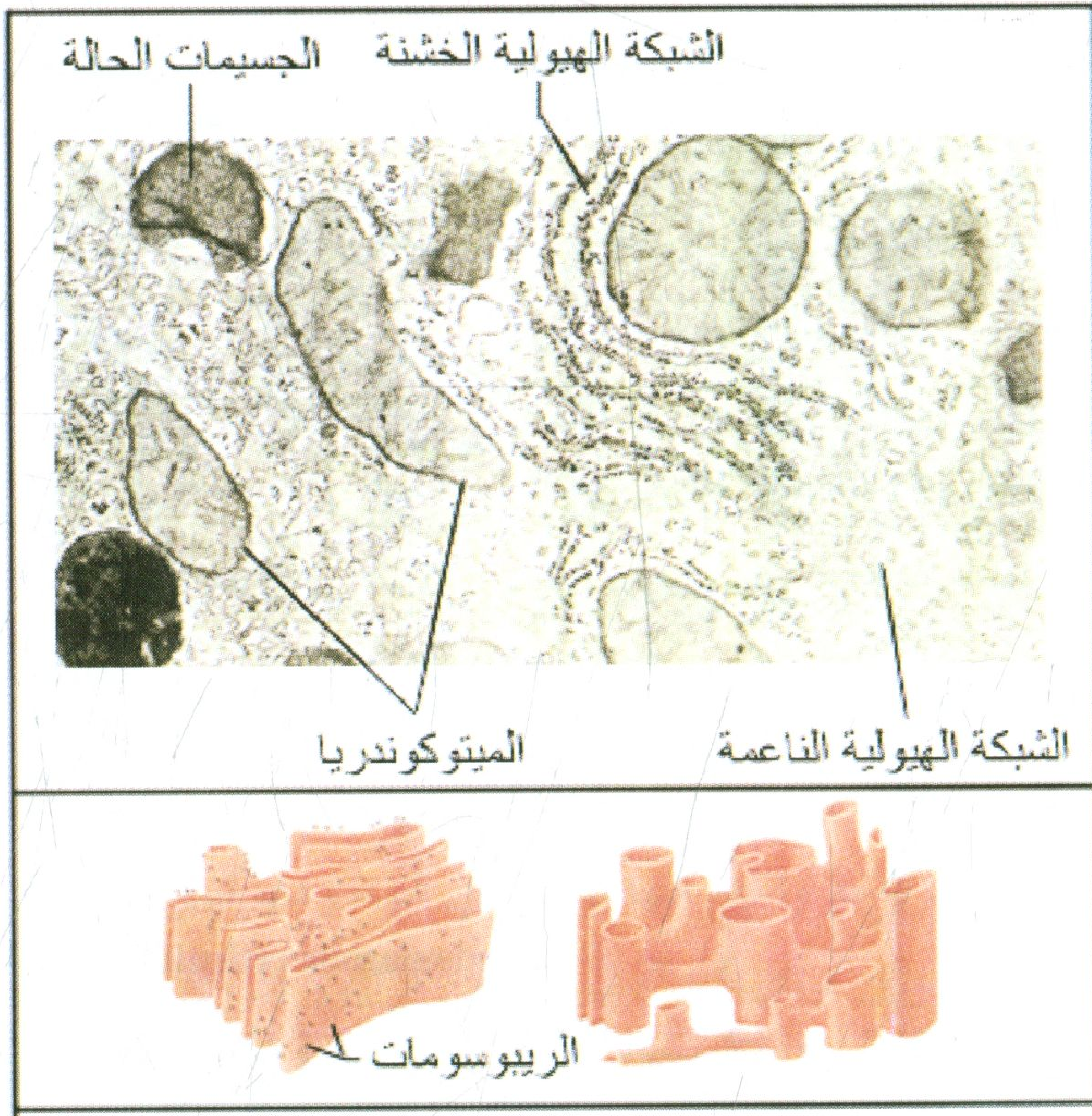
ووظائف الشبكة الهيولية عديدة:

١- تصنيع البروتين علي الريبوسومات في الشبكة الهيولية الخشنة ثم انتقالها إلى داخل الشبكة الهيولية حيث يتم نضج هذه البروتينات وتنشيطها كما في حالة تصنيع الإنظيمات الهاضمة في القناة الهضمية.

٢- تصنيع الدهون المختلفة ومنتجات الكولسترول مثل الهرمونات ذات الأصل الدهني (الهرمونات الجنسية في الخصية والمبيض وهرمونات قشرة الكظر).

٣- تخزين النشا الحيواني

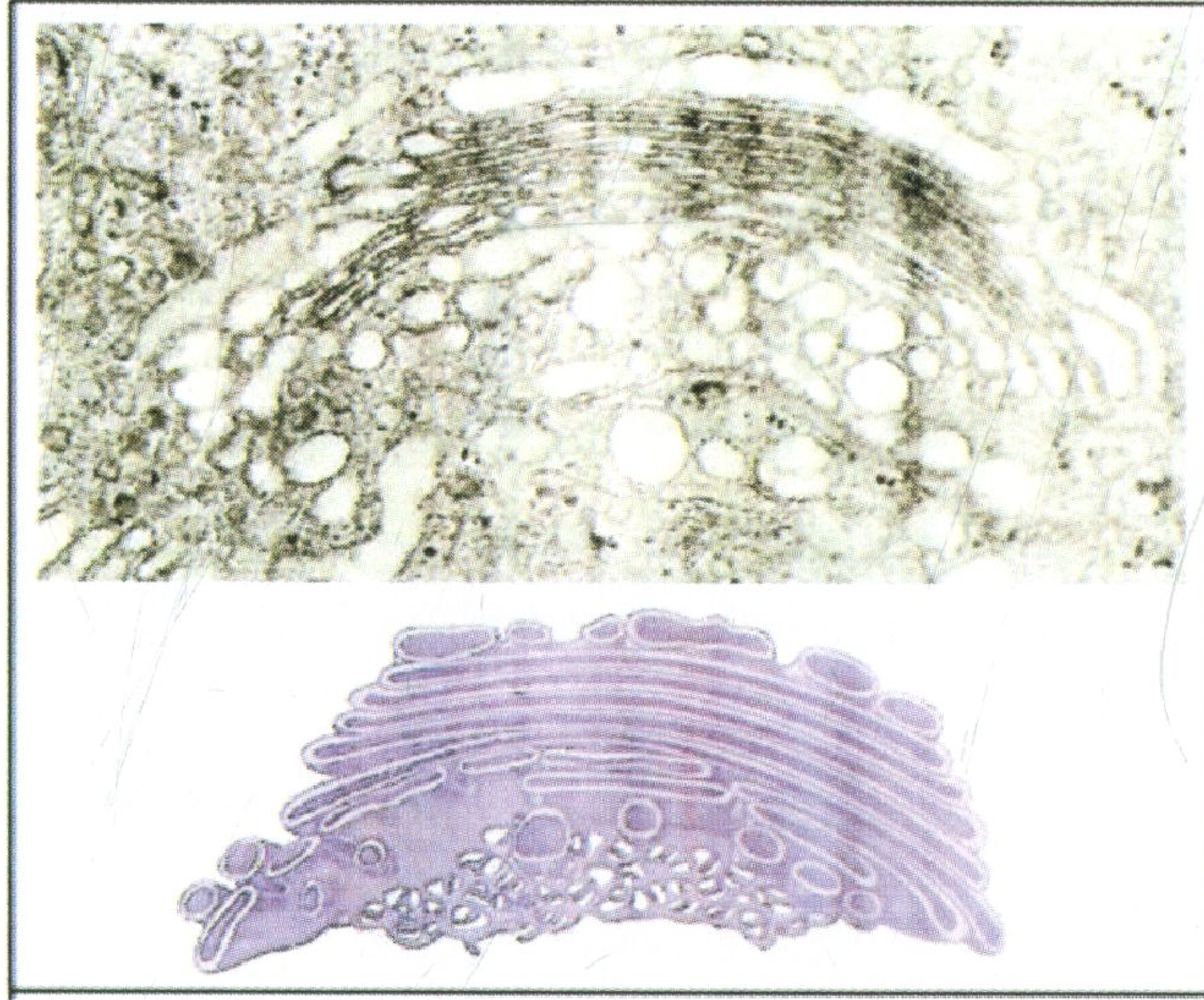
٤- مخزن للكالسيوم داخل الخلية وهو هام جدا للانقباض العضلي.



الشكل رقم (٤). يوضح الشبكة الهيولية.

جهاز جوجلي Golgi apparatus

يختص جهاز جوجلي (الشكل رقم ٥) بعملية **الإفراز** فهو يستقبل البروتين المصنع في الشبكة الهيولية الخشنة ويقوم بعملية إنضاج لهذا البروتين بإضافة بعض المواد الحاثة له مثل إضافة بعض السكريات للبروتين ليصبح **بروتيناً سكرياً** glycoprotein وهو أحد المكونات الهامة لغشاء الخلية. أيضا إضافة الغالكتوز galactose وحمض السياليك sialic acid لبروتين خاص يتكون في الشبكة الهيولية ليكون مواد مثل حمض الهياليورونك hyaluronic acid والكوندرويتين chondroitin وهذه المواد مشابهة في وظائفها لمادة الأسمنت التي تلصق الخلايا معا خصوصا في الغضاريف والعظام. ويقوم جهاز غوجلي بالإضافة إلي ذلك بتنشيط بعض الهرمونات التي تفرز من خلايا الغدد الصماء حيث وجد أن الهرمونات التي تنفصل من جهاز غوجلي تكون في صورة نشطة. وجهاز غوجلي يشبه في شكله صفاً من الأطباق المتراصة ويوجد بالقرب من النواة بينها وبين الغشاء الخارجي للخلية مما يعضد من دوره في الإفراز الخارجي.



الشكل رقم (٥). جهاز جوجلي.

الجسيمات الحالة Lysosome

هي حبيبات صغيرة منتشرة في الهيولي وهي منفصلة من جهاز غولجي و تحتوي علي إنظيمات محللة وهاضمة وتقوم الليسوسومات بالالتحام مع الأجسام الغريبة التي تدخل إلى الخلية مثل البكتريا والفطريات حيث تقتلها الإنظيمات المحللة الموجودة بها. كما أن الإنظيمات المفرزة في الليسوسومات لها القدرة علي تحليل البروتينات إلي أحماض أمينية والنشويات إلي سكريات أحادية. كما تقوم الليسوسومات بإفراز إنظيم خاصة بها تسمي الليسوزوم lysozyme قادر علي القضاء علي الكائنات الدقيقة كما هو الحال في اللعاب المفرز من الغدد اللعابية والغني بهذا الإنظيم وهي عملية فيزيولوجية هامة للحفاظ علي نظافة الفم.

البروكسيسومز Peroxisomes

وهي مشابه في الشكل **لليسوسومات** ولكنها منفصلة من الشبكة الهيولية الناعمة وتحتوي علي إنظيمات مؤكسدة مثل اوكسيديز oxidase والكتاليز catalas. وتقوم البروكسيسومز بتكوين مواد مؤكسدة قوية مثل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2. ونظرا لهذه القدرة علي إنتاج المواد المؤكسدة القوية تلعب البروكسيسومز دورا حيويا في القضاء علي الكثير من المواد الضارة في الجسم من خلال إفراز الإنظيمات التي تساعد علي إنتاج المواد المؤكسدة التي تقضي علي السموم التي تدخل الجسم وهي توجد بوفرة في الكبد حيث إنه العضو الأساس في القضاء على السموم في الجسم.

الحبيبات الإفرازية Secretory vesicles

وهي المسؤولة عن إفراز نواتج الخلية إلي الخارج وتوجد بكميات كبيرة في الخلايا غزيرة الإفراز مثل الغدد اللعابية والبنكرياس. وتنفصل الحبيبات الإفرازية من جهاز

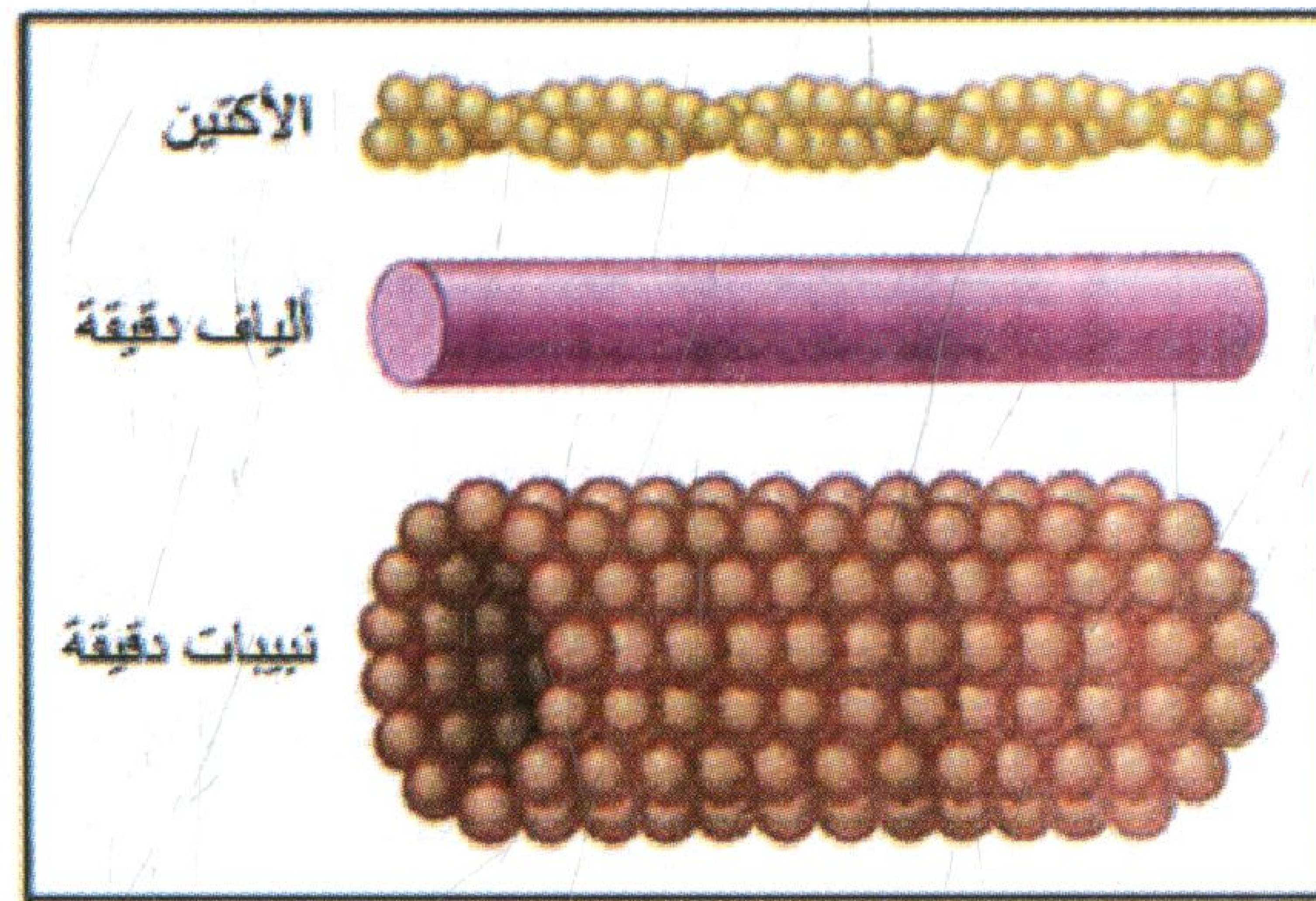
غولجي أو الشبكة الهيولية وتفرز المواد الإفرازية إلى الخارج بواسطة الطرد خارج الخلية exocytosis.

الخيوط الدقيقة Microfilaments

عبارة عن خيوط دقيقة توجد في كل الخلايا تقريبا وهي المسؤولة عن إعطاء الخلية شكلها المميز فهي تمثل هيكل الخلية وقد تكون مكونة من الاكتين والميوسين كما هو الحال في الخلايا العضلية. كما أنها تكون الزغابات الدقيقة في خلايا الأمعاء كما تدخل في تركيب الخلايا العصبية مكونة المحور axon التغصنات dendrites المميزين للخلايا العصبية.

النبيبات الدقيقة Microtubules

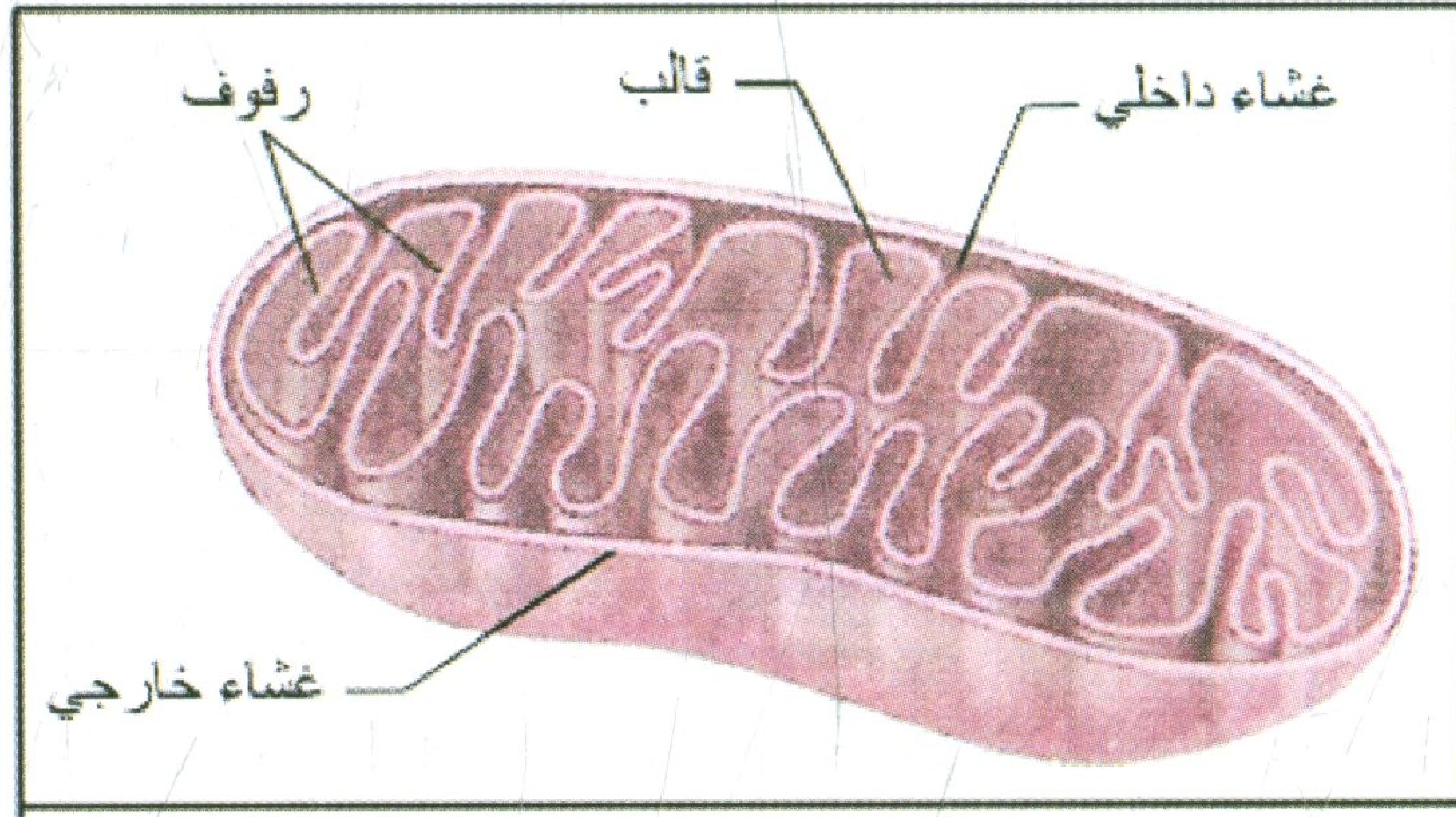
تشبه الأنابيب ولكنها مصمتة وهي تكون هيكل الخلايا مع الخيوط الدقيقة وهي المسؤولة عن نقل المواد عبر الخلية خصوصا في النقل عبر المحور في الخلايا العصبية axonal transport وبواسطة هذه النبيبات الدقيقة تنتقل المواد الحاثة من الخلايا العصبية إلى نهايات الأعصاب التي تغذي الغدد والعضلات في الجسم. وفي الشكل رقم (٦) توضيح لألياف الهيكل الخلوي التي تحدد شكل الخلية والحركة في الخلية.



الشكل رقم (٦). ألياف الهيكل الخلوي التي تحدد شكل الخلية والحركة في الخلية

المتقدرات (الميتوكوندريا) Mitochondria

هي أجسام خلوية تشبه المقانق مكونة من غشاء خارجي وغشاء داخلي ينثني ليكون رفوفاً cristae متراصة تحتوي على إنظيمات مؤكسدة أساسية لعملية إنتاج الطاقة في الخلية (الشكل رقم ٧)، ويتناسب عدد المتقدرات في الخلية مع كم النشاط المطلوب من هذه الخلايا. وتتم في المتقدرات كل عمليات دورة كربس Krebs cycle وأيضا عملية نقل الإلكترون electron transfer المصاحبة لدورة كربس وما يترتب علي ذلك من إنتاج كميات كبيرة من الحرارة التي ترتبط في صورة مركبات حاوية للطاقة مثل ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP وهو المادة الأساسية التي تحتوي على الطاقة في الخلية. وهناك بعض المواد المثبطة للمتقدرات مثل مركبات السيانيد القاتلة لأنها قادرة على وقف عملية إنتاج الطاقة فيها.



الشكل رقم (٧). يوضح تركيب الميتوكوندريا "بيت الطاقة في الخلية".

كما تعتبر المتقدرات مخزناً للكالسيوم في الخلية بجانب الشبكة الهيولية، كما تمتلك المتقدرات حمض د ن ا وهي بذلك قادرة علي التكاثر. وعدد المتقدرات في الخلية يختلف

حسب نشاط هذه الخلايا فتوجد بكثرة في الخلايا النشطة وبدرجة أقل في الخلايا الأقل نشاطا.

إنتاج الطاقة في الخلية

يمر إنتاج الطاقة في الخلية بمرحلتين الأولى تتم بمعزل عن الأوكسجين وتحدث في الهيولي وتسمى الحرق اللاهوائي للسكريات حيث يختزل الغلوكوز أو الغليكوجين إلي مركبات بسيطة في التركيب تنتهي بحامض اللبن. وينتج عن حرق واحد مول من الغلوكوز جزيئان من ATP وهيدروجين. وتتم المرحلة الثانية لإنتاج الطاقة حين يتوفر الأكسوجين وتتم هذه العملية في المتقدرات حيث يدخل حمض البيروفيك المنتج من حرق الغلوكوز إلي المتقدرات و يتحول عن طريق مجموعة من العمليات الكيميائية إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وطاقة حرارية تخزن في صورة مركبات الفوسفات الحاوية للطاقة مثل ATP وفوسفات الكرياتين creatine phosphate (CP). وفي المتقدرات تحدث كل العمليات الحيوية المسؤولة عن إنتاج الطاقة في الخلية حيث تتم في دورة كربس بجانب حرق النشويات عمليات حرق للدهون والبروتينات. فالدهون تختزل إلى مركب الأستيل كو إ نزيم أ الذي يندمج في دورة كربس والبروتين يدخل في دورة كربس في صورة الأحماض الأمينية وهي تشابه في تركيبها الكثير من الوسائط الكيميائية المكونة لها.

وكل جزيئ من ATP يحتوي علي روابط من الطاقة تربط الأدينوزين مع جزيئات حمض الفوسفوريك وتحطم جزء ATP إلى جزء من ADP ينتج في الجسم حوالي ٧٥٠٠ كالوري. وبذلك تكون المتقدرات هي بيت الطاقة في الخلية وهي المسؤولة عن تحويل عناصر الغذاء إلى مركبات حاوية للطاقة تخزن في الخلية لحين الحاجة إليها .

الأغشية الخلوية "التركيب والوظائف"

Cellular membranes structures and functions

مقدمة

تتصف الأغشية الخلوية بأنها تركيب عالية اللزوجة ذات مرونة معينة وتشكل هذه الأغشية الجوبات المغلقة حول الخلايا لتفصل الخلايا عن بعضها وبهذا تعطي الذاتية الخلوية.

وللأغشية الخلوية نفاذية اختيارية تعمل كحاجز وبذلك فهي تحافظ على اختلاف التركيب بين السوائل داخل وخارج الخلية. وترجع هذه النفاذية إلى وجود قنوات channels ومضخات pumps للجزيئات والشوارد ويوجد أيضا بها مستقبلات نوعية للإشارات signals كالهرمونات hormones. وتتبادل الأغشية الخلوية المواد مع الوسط الخارجى بعدة طرق مثل التسرب والالتقام الخلوى. ويوجد أيضا موصلات فجوية تتبادل الخلايا المتجاورة المواد من خلالها.

وتشكل الأغشية الخلوية داخل الخلايا العديد من الأشكال الخلوية التي تسمى الجسيمات أو عضيات الخلية مثل المتقدرات (الميتوكوندريا) mitochondria. الشبكة الهيولية الداخلية والشبكة الهيولية العضلية وجهاز جولجى. الحبيبات الإفرازية والجسيمات الحالة (الليسوسوم) والغشاء النووى.

ويوجد بالأغشية الخلوية أماكن خاصة للأنزيمات ومواضع للطاقة كما فى حالة الفسفرة التأكسدية.

الأهمية الطبية الحيوية للغشاء الخلوي

يحدث الخلل فى التوازن المائى وتدفق الشوارد عبر غشاء الخلية إلى حدوث اضطرابات تنعكس على الوظائف الخلوية وبالتالي ظهور حالات مرضية مثل نقص الجسيمات الحالة للمالتيز الحامضي يسبب مرض تخزين الجلوكوجين النمط II. وأيضا فى

حالة نقص ناقل اليوديد للغدة الدرقية يؤدي إلى مرض الدراق الولادي ويؤدي أيضا الالتقام الخلوي المعيب للبروتينات الدهنية منخفضة الكثافة low density lipoprotein (LDLP) إلى حدوث ترسيب الكوليسترول وحدوث أمراض الشرايين وبالتالي تنشأ الوظائف الخلوية الطبيعية نتيجة لوجود الأغشية الخلوية فى صورة طبيعية.

الحفاظ على الوسط داخل وخارج الخلايا ضروري للحياة

لقد نشأت الحياة فى البيئة المائية نتيجة تفاعلات خلوية وتحت خلوية وأنزيمات متعددة .إذاً كيف تتم صيانة الوسط المائي طالما أن الثدييات معظمها يعيش فى الوسط الغازي؟ تقوم الأغشية الخلوية بفعل هذا بالحفاظ على الوسط المائي من خلال احتفاظ الجسم بالماء.

الماء داخل الجسم

يكون الماء حوالى ٥٦٪ تقريبا من وزن الجسم عند الإنسان وتختلف هذه النسبة بين الأفراد من معدل ٥٥٪ - ٦٧٪ وتختلف فى داخل الكائن من نسيج إلى آخر. ويتكون هذا الماء من:

١- السائل داخل الخلايا (ICF) ويشكل حوالى ٣/٢ من الماء الإجمالي وبالتالي يحافظ على الوسط الملائم للخلية لكي تقوم بعدة وظائف من أهمها:

(أ) تصنيع وتخزين واستخدام الطاقة (ب) التجديد الذاتي

(ج) التكرار (د) بعض الوظائف الخاصة

٢- السائل خارج الخلايا (ECF)

ويشكل حوالي ٣/١ من الماء الإجمالي ويكون موزعا بين البلازما و"الحيز" الخلالية. ويعمل على تزويد الخلايا بالغذاء "الجلوكوز – الأحماض الدهنية ، الأحماض

الأمينية (glucose – fatty acids and amino acids) والأوكسجين والشواردات المتعددة وكميات قليلة من المعادن وعدة أنواع من الهرمونات المنظمة للوظائف الخلوية ويعزل السائل خارج خلوي نواتج الفضلات وثاني أكسيد الكربون.

يحتوي الوسط الداخلي للخلايا (ICF) على كميات أعلى من كل من البواتاسيوم K+ والماغنسيوم Mg2+ والفوسفات ولكن يتميز السائل خارج الخلوي (ECF) باحتوائه على تركيزات عالية من شواردات الصوديوم Na+ والكالسيوم Ca2+ والكلورين Cl- عن الوسط الداخلي للخلايا.

ويلاحظ أيضا أن معدل الجلوكوز فى السائل خارج الخلايا أعلى منه فى السائل داخل الخلايا حيث يصل إلى حوالي 5.5 mmol/L فى السائل خارج الخلوي (ECF) مقابل 0.1 mmol/L فى السائل داخل الخلوي (ICF) والعكس بالنسبة للبروتينات حيث يوجد اعلى تركيز لها فى السائل داخل الخلايا ليصل إلى حوالي 16 g/dL (١٦ جرام/١٠٠ ملي) مقابل 2g/dL فى السائل خارج الخلايا.

تركيب الغشاء الخلوي

يتألف الغشاء الخلوي بشكل رئيس من البروتينات والدهون الفوسفورية وأهم أنواعها(الفوسفاتيديل كولين والفوسفاتيديل إيتانولامين) والكولسترول ويتكون من طبقتين وتأخذ شكل ملقط الغسيل نوعا ما ويحتوي علي جزء قطبي محب للماء hydrophilic وهو الرأس وجزء غير قطبي وهو الذيل وهو غير قابل للانحلال بالماء أو كاره للماء hydrophobic.

ويكون الجزء المحب للماء معرضاً لكل من السائل خارج الخلايا والسائل داخل الخلايا. وهناك عدة أنواع من البروتينات في الغشاء الخلوي وتتواجد كوحدات كروية منفصلة والكثير منها يخترق الغشاء وهي نوعان:

بروتينات داخلية integral proteins وبروتينات محيطية peripheral proteins وتنتشر داخل وخارج الغشاء الخلوي. وتختلف كمية البروتين تبعا لوظيفة الغشاء ولكنها تؤلف تقريبا في معظم الخلايا من ٥٠ ٪ من كتلة الغشاء أي أنه يوجد جزئية بروتين واحدة لكل ٥٠ جزئياً من الدهون الفوسفورية الأصغر حجما. وتوجد الأجزاء الكارهة للماء غير المشحونة في داخل الغشاء عادة. علي حين توجد الأجزاء المحبة للماء في السطوح. وتلتصق البروتينات المحيطية على سطح الغشاء بطرق متعددة .

وظائف بروتينات الغشاء الخلوي

١- لبروتينات الغشاء الخلوي عدة وظائف بجانب أنها تكون البناء الخلوي فهي تعمل كمضخات Pumps تنقل الشوارد بشكل فعال عبر الغشاء الخلوي مثل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ومضخة الكالسيوم التي تعمل علي انتقال السيال العصبي وانقباض العضلات.

٢- تعمل البروتينات كقنوات لنقل العناصر من وإلى الخلايا الحية. قنوات الصوديوم والبوتاسيوم.

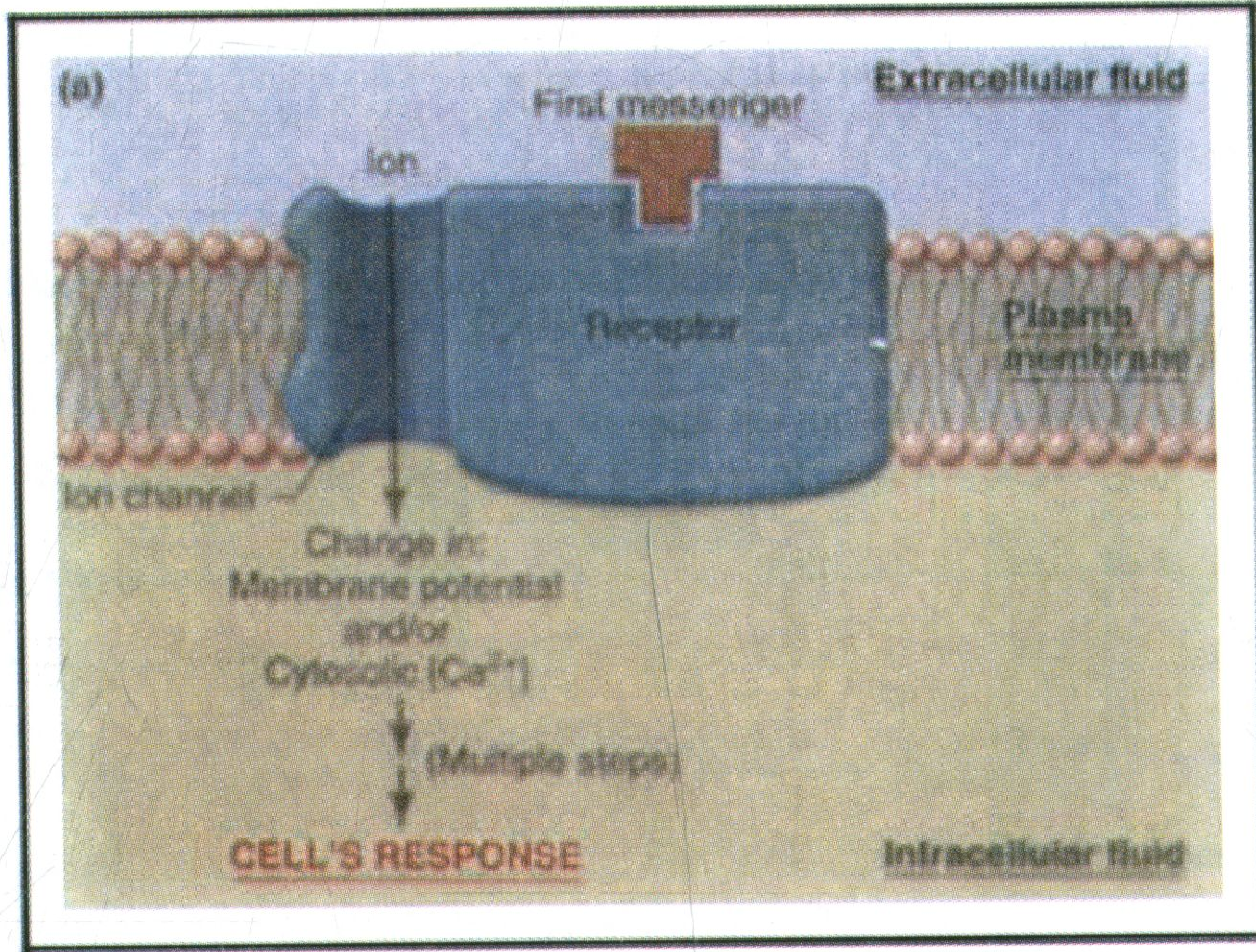
٣- تشكل البروتينات الغشائية أيضا النواقل Carriers والتي تنقل المواد بالانتشار الميسر عبر الغشاء الخلوي .

٤- تعمل بروتينات الغشاء الخلوي كمستقبلات Receptors . تتحد مع الرسائل العصبية أو الهرمونات ذات الأصل البروتيني وتحدث التغيرات الفيسيولوجية.

٥- تعمل أيضا كأنزيمات Enzymes تحفز وتنشط التفاعلات على سطح الغشاء الخلوي.

٦- تعمل البروتينات السكرية علي معالجة الأضداد Antigens والتعرف على الخلايا مثل بروتينات فصائل الدم في الإنسان والتي توجد علي أسطح خلايا الدم الحمراء وتحدد نوع الفصلية عند اختبارها في المعمل باستخدام Anti –A أو Anti –B .

ويبين الشكل رقم (٨) تركيب الغشاء الخلوي والمستقبلات الموجودة به.



الشكل رقم (٨). تركيب الغشاء الخلوي والمستقبلات الموجودة به.

الفصل الثاني

الجهاز العصبي

Nervous system

الجهاز العصبي Nervous system ينقسم إلى الجهاز العصبي المركزي Central Nervous system والجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous system .

الجهاز العصبي المركزي: هو المسؤول عن التحكم والتنفيذ الكامل لكل وظائف الجسم سواء الإرادية منها أو اللاإرادية حيث يقوم الجهاز المركزي بالتحكم في المشي والحركة والتوازن يقوم الجهاز العصبي اللاإرادي بالتحكم في حركة الأحشاء الداخلية .

أولا: الجهاز العصبي المركزي

١- يتكون من المخ أو الدماغ Brain: يوجد داخل الجمجمة العظيمة ويزن المخ حوالي ١٤٠٠ جرام ويتكون من القشرة المخية و المراكز تحت القشرة – Cerebral Cortex & Sub cortical,

٢- جذع المخ Brain stem ويتكون من المخ الأوسط Mid brain (المهد Thalamus – الوطاءHypothalamus)– الجسر Pons – النخاع المستطيل Medulla Oblongata.

٣- الحبل الشوكي Spinal Cord: يمتد من جذع المخ إلى داخل العمود الفقري ويتكون من عدة أجزاء منها : العنقية – الصدرية – القطنية – العجزية. Cervical - thoracic - lumber - sacral - coccygeal

٤- المخيخ Cerebellum

ثانيا: الجهاز العصبي المحيطي
Peripheral Nervous System

وهو عبارة عن مجموعة من الأعصاب تربط الجهاز العصبي المركزي بالأعضاء الجسم والأحشاء المختلفة وهي تشمل الأعصاب المخية " القحفية " Cranial nerves وعددها 12 زوجاً من الأعصاب تخرج من المخ وجذع المخ بعضها أعصاب حسية وأخرى مختلطة (حسية وحركية)وتخرج الأعصاب الشوكية من كل فقرة من فقرات الحبل الشوكي. وعددها ٣١ زوجاً وهي عبارة عن أعصاب مختلطة (حسية وحركية).

وينقسم أيضا الجهاز العصبي حسب الوظيفة إلى جزئين هما الجهاز العصبي الجسمي " الإرادي " somatic nervous system والجهاز العصبي اللاإرادي ويتحكم الجهاز العصبي الإرادي في وظائف الحركة والمشي والتوازن والإحساس ويتحكم الجهاز العصبي اللاإراديAutonomic nervous system في وظائف الأعضاء الحشوية الداخلية للجسم وفيه يتصل الجسم بالأحشاء بواسطة عصب محرك Efferent motor " خارج من المخ " والآخر عصب حسي " داخل إلى المخ " afferent n أو (sensory).

قشرة المخ .Cerebral Cortex

هي أكثر أجزاء الدماغ Brain تطورا وتتحكم في العديد من الوظائف مثل التفكير في الإنسان والذكاء والكلام والذاكرة ورد الفعل المنعكس المشروط Conditioned Reflex

وتكون في أكمل صورها عند الإنسان وتقل في الرئيسيات العليا مثل الشمبانزي والغوريلا عن الإنسان وتقل في الحيوانات آكلة اللحم ثم آكلات الإعشاب. ويمثل المخ ٢٪ من وزن الجسم في الإنسان ويستهلك المخ حوالي ١٢٪ من طاقة الجسم ويصل

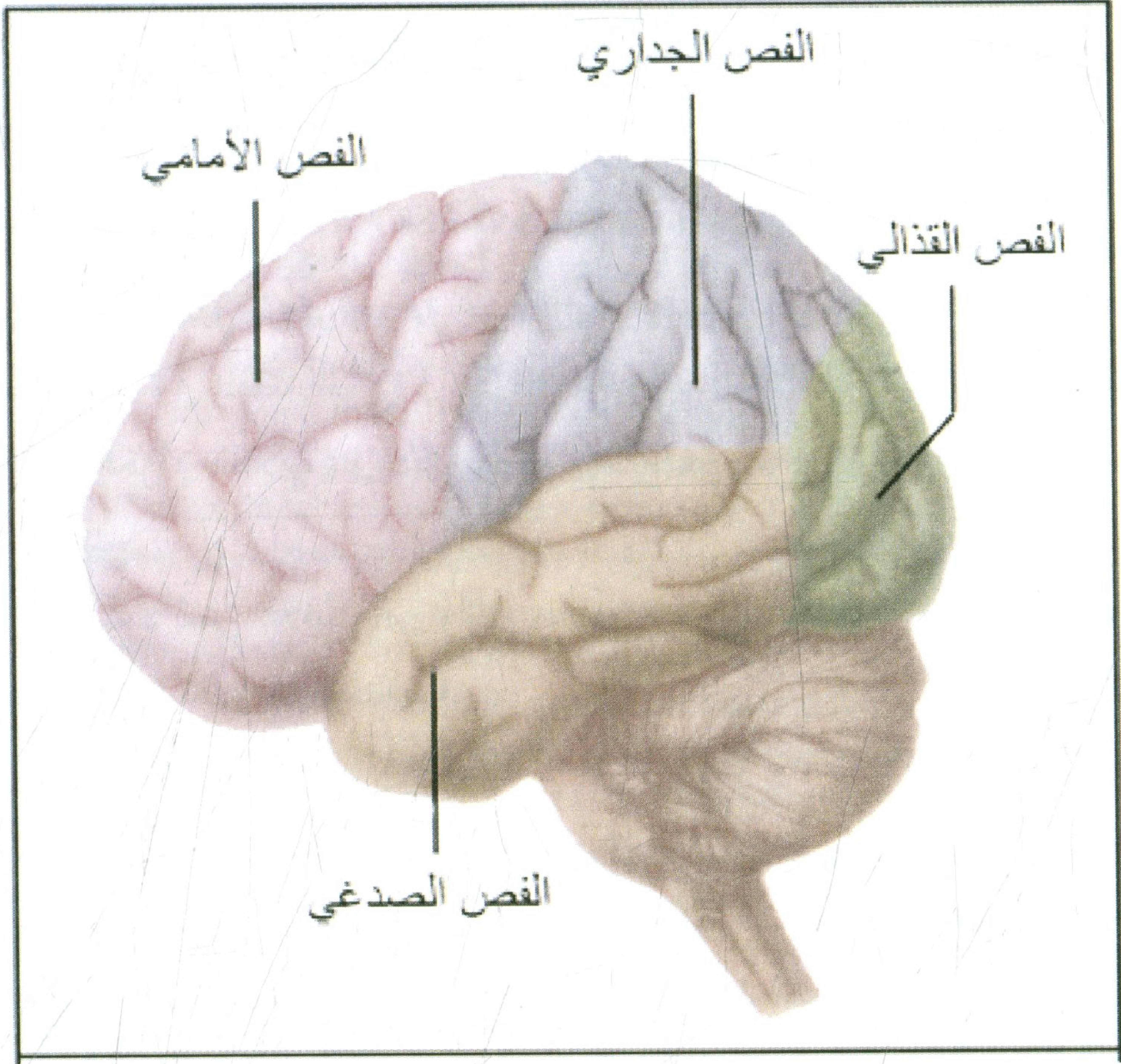
الإمداد الدموي للمخ حوالي ١٤٪ من حجم الدم، ٠,٩٪ في الشمبانزي وتتكون قشرة المخ من ثلاث مناطق رئيسة هي:

١- المناطق الحركية motor area

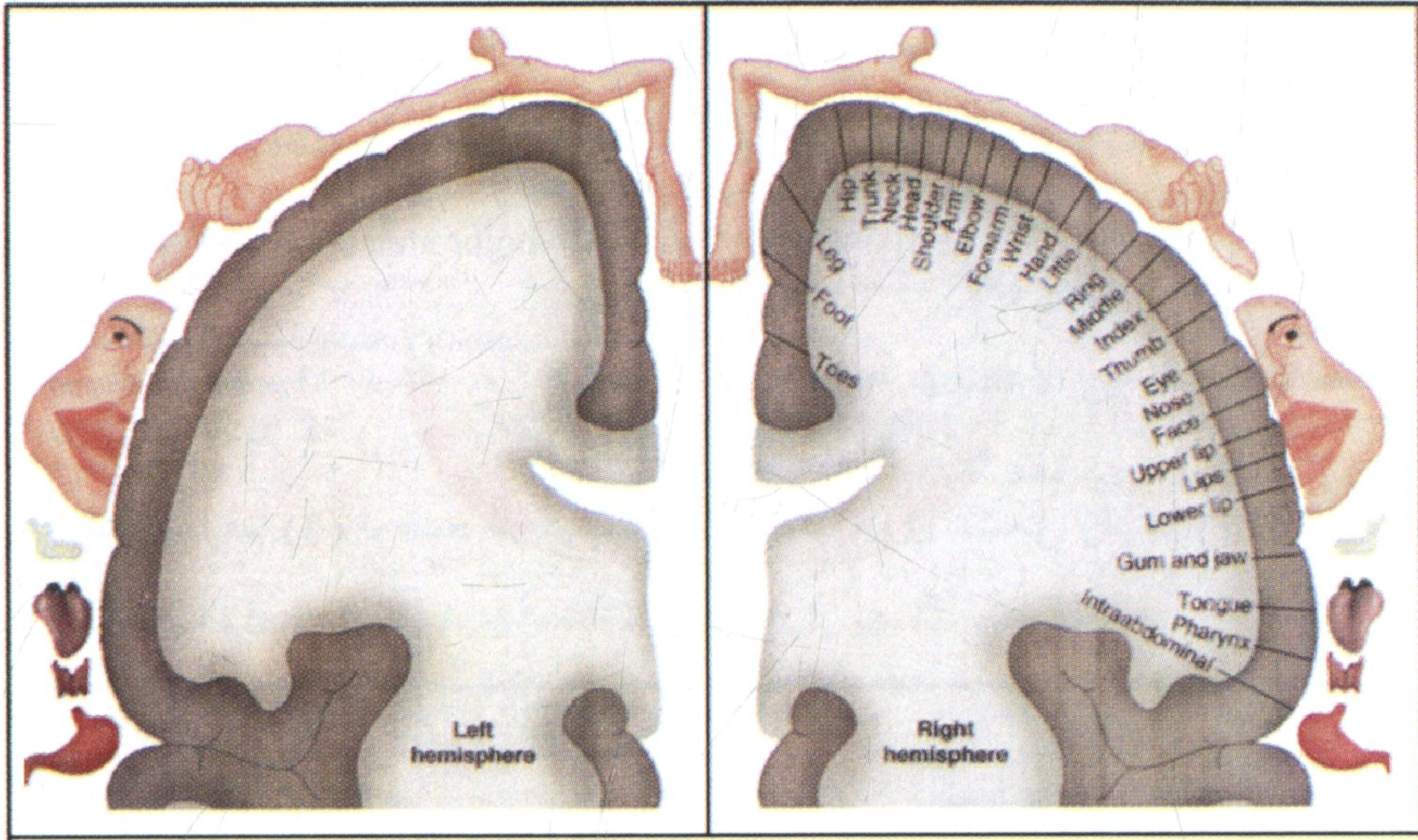
٢- المناطق الحسية sensory area.

٣- المناطق المشتركة.

وفي الشكل رقم (٩) توضيح لتركيب القشرة المخية، وفي الشكل رقم (١٠) توزيع الأعضاء في القشرة المخية.



الشكل رقم (٩). يوضح تركيب القشرة المخية.



الشكل رقم (١٠). توزيع الأعضاء في القشرة المخية.

يختلف تمثيل المراكز الحركية حسب أهمية الوظيفة بالنسبة للإنسان فمثلاً اليد تحتل مساحة كبيرة في المنطقة الحركية في قشرة المخ والعين منطقة كبيرة في المنطقة الحسية.ولكن في الكلاب تمثل الأذن ears والأنف nose مساحة كبيرة في المناطق الحسية لقشرة المخ.

توجد بعض التلافيف gyri وأثلام fissures تعمل على زيادة مساحة القشرة المخية خاصة في الإنسان والحيوانات العليا.

تنقسم قشرة المخ إلى أربعة فصوص محددة ومنفصلة بواسطة الأثلام الموجودة بقشرة المخ وتسمى حسب موقع عظام الجمجمة وهي:

١- الفص الصدغي Temporal lobe ويحتوي على مراكز السمع Auditory area

٢- الفص القذالي Occipital lobe ويحتوي على مركز النظر أو الإبصار Vision

٣- الفصل الجداري Parietal lobe ويحتوي على المركز الأساسي لاستقبال السيالات العصبية الحسية.

٤- الفص الأمامي(الجبهي) Frontal lobe ويحتوي على المناطق الحركية للجسم تمثل هذه المناطق بصورة مقلوبة داخل هذا الفص.

الطرف السفلي في الأعلى والرأس في المنطقة السفلى، الجزء الأيسر من الجسم ممثل في الفص الأيمن من قشرة المخ والعكس. ويحتوي الفص الأمامي على مراكز الوظائف العقلية العليا مثل التفكير ، الذاكرة، الحكم على الأشياء ولذلك هو أكبر في الإنسان عن بعض الحيوانات. ونلاحظ أن المناطق الحسية في الإنسان تمثل أكثر القشرة المخية مثل الشفاه واللسان ولكن في الكلاب الأذن والأنف ممثلة أكثر لأنها أعضاء هامة لحواس السمع والشم بالنسبة للكلاب ويستخدم هذه الحواس للتعرف على أشياء كثيرة في الوسط المحيط .

مصادر تنبيه القشرة المخية

١- عن طريق العين إلى مركز الرؤية "الإبصار".

٢- الأذن الداخلية ⟵ إلى المخيخ لحفظ توازن الجسم.

٣- من المستقبلات الخارجية بالقدم إلى القشرة المخية — المخيخ.

٤- من مستقبلات المفاصل ومستقبلات جولجي من أوتار العضلات إلى المخيخ وإلى القشرة المخية.

٥- من العضلات "مغازل عضلية" Muscle spindles

الإحساس "الجهاز الحسي" Sensory system

الجهاز الحسي

هو المسؤول عن إحساس الإنسان بالوسط المحيط به حتى يتمكن من التفاعل مع العالم الخارجي وحدوث ردة الفعل المناسبة له.

ويتكون الجهاز الحسي من:

١- مجموعة من المستقبلات العصبية الحسية "موزعة على الجلد أو داخل الجسم". ترسل سيالات عصبية من الجلد أي المؤثرات الخارجية أو من داخل أعضاء الجسم أي المؤثرات الداخلية .

٢- أعصاب حسية تحمل السيالات العصبية الحسية إلى قشرة المخ .

٣- مناطق حسية "قشرة المخ".

٤- وتعمل هذه المناطق على تحليل وترجمة الإشارات العصبية القادمة من أعضاء الحس والتعرف على نوع الإحساس وإرسال معلومات إلى مناطق الحركية أو المشتركة لإصدار ردة الفعل المناسبة.

الجهازالطرفي Limbic system

يتكون هذا الجهاز من مجموعة من التلافيف المخية التي تقع في السطح الداخلي للفص الصدغي ويتحكم في الوظائف الانفعالية ويتكون من الأجزاء التالية:

الحصين Hippocampus

وهو مسؤول عن الذاكرة الدائمة وخاصة عملية تخزين المعلومات كما يلعب دورا في الذاكرة القريبة وأيضا هو مسؤول عن اليقظة وله دور أيضا في الانفعال والقلق.

الحاجز Septum

ويتكون من مراكز عصبية ويتحكم في وظائف النوم وفي الذاكرة العاملة والسلوك العدواني.

اللوزة Amygdala

هي عبارة عن مجموعة من الخلايا العصبية مسؤولة عن نوع الانفعال وشدته.وهي مسؤولة عن سلوك التغذية والسلوك الجنسي ويؤدي الخلل في اللوزة إلي وضع أي شـــي في الفم بدون تميز وتزايد السلوك الجنسي.

الحقفة Uncus

هي مسؤولة عن عمليتي الشم والتذوق ويؤدي الخلل في وظائفهـــا إلى ظهـــور هلوسة شمية أو تذوقية

وعموما يعمل الجهاز الحوفي كوحدة وظيفية مترابطة مع القشرة المخية.

وظائف الجهاز الطرفي Limbic system

١- تنظيم السلوك: مثل سلوك التغذية، والسلوك الجنسي.

٢- التحكم في ردود الأفعال في حالات الخوف والغضب والرضا.

٣- تنظيم تناول الطعام مع الوطاء.

٤- التحكم في الانفعالات بالتعاون مع الوطاء.Hypothalamus.

٥- التحكم في وظائف التذوق والشم والتعرف علي الطعام.

٦- التحكم في الذاكرة القريبة والدائمة وتحليل المعلومات المكانية.

٧- التحكم مع مراكز المخ في النوم واليقظة والقلق.

المخيخ Cerebellum

عضو كبير يقع فوق جذع المخ ويرتبط معه بواسطة ثلاثة من السويقات وهـــي السويقه العليا– الوسطى– السفلية. ويحمل السيالات العصبية من وإلى المخيخ. ويتكون

من فصين ويوجد على سطحه تلافيف كثيرة تزيد من مساحة السطح . ويعمل المخيخ تحت مستوى الوعي.

وظائف المخيخ

١- تنظيم الحركة الإرادية للعضلات الهيكلية.

٢- تنظيم درجة توتر العضلات الإرادية.

٣- حفظ توازن الجسم حيث يستقبل سيالات عصبية من أماكن كثيرة من الجسم.

أ) مستقبلات حسية موجودة في المفاصل والعضلات في الأرجل والأقدام.

ب) جهاز التوازن في الأذن الداخلية.

ج) قشرة المخ المسؤولة عن الإبصار.

د) قشرة المخ المسؤولة عن الحركة. وبذلك يعمل على حفظ توازن الجسم والحافظ على الحركة المطلوبة .

الخلل في وظائف المخيخ يؤدي إلى عدم التوازن والترنح في حالة الوقوف وخلل القياسي– فقد القدرة على توافق انقباض العضلات الهيكلية. والوهن– انخفاض توتر العضلات.

جذع المخ Brain stem

هو ساق قصيرة تبدأ من أسفل المخ، وينتهي في قاع الجمجمة حيث يبدأ الحبل الشوكي ويلعب دورا هاما في التحكم في وظائف العضلات الهيكلية الخاصة بالوقوف وحفظ توازن الجسم. ويتكون جذع المخ من ثلاثة أجزاء هي: المخ الأوسط Mid Brain، والجسر أوالحدبة Pons، والنخاع المستطيل Medulla Oblongata. ولكل جزء منها

وظائف محددة. ويمتد عبر هذه الأجزاء الثلاثة مجموعة من الخلايا العصبية التي تتجمع وتبدو كالشبكة يطلق عليها التكوين الشبكي Reticular Formation وهو جزء له علاقة بتوتر العضلات وانقباضها وشدة الانعكاسات الشوكية Spinal reflexes، كما له علاقة وطيدة باليقظة والانتباه والنوم.

١- المخ الأوسط

يخرج منه العصب الدماغي الثالث (العصب المحرك للعين Occulomotor) والعصب الدماغي الرابع (العصب البكري Trochlear) وهما محركان لعضلات العينين.

الوطاء Hypothalamus

هي الجزء الأمامي من المخ الأوسط وتحتوي على العديد من النوي (النواة الوطائية الخلفية والنواة الظهرية والنواة البطنية المتوسطة والنواة جانب البطنية والنواة فوق البصرية والأنوية الحليمية والنواة فوق التصالب والنواة المقوسة) والمناطق النوية مثل المنطقة الوطائية الظهرية والأمامية)

وظائف الوطاء

١- العلاقة مع الغدة النخامية: يوجد اتصال دموي وعائي أو بابي بين الوطاء والغدة النخامية الأمامية واتصال عصبي بينها وبين الغدة النخامية الخلفية (سوف يتم شرح هذه العلاقة في الغدد الصماء).

٢- تنظيم درجة حرارة الجسم. يرد إلى الوطاء سيال عصبي من مستقبلات البرودة والحرارة حيث يستجيب الجزء الأمامي من الوطاء للحرارة ولكن يستجيب الجزء الخلفي للبرودة. تظل درجة حرارة الجسم ثابتة نتيجة أن كمية الحرارة المنتجة في الجسم تساوي كمية الحرارة المفقودة من الجسم:

أ) تنتج الحرارة في الجسم نتيجة:

- عمليات الاستقلاب الأساسية.
- تناول الطعام (عمل ديناميكي نوعي).
- انقباض العضلات.

ب) تفقد الحرارة من الجسم من خلال الإشعاع والنقل ويمثل حوالي ٧٠٪ والتبخر التعرقي من الجلد ويمثل حوالي ٢٧٪ عن طريق التنفس ويمثل حوالي ٢٪ والتبول والتبرز حوالي ١٪.

٣- تنظيم تناول الغذاء و الشهية وسلوك العطش والإحساس بالجوع: توجد خلايا حساسة للجلوكوز Glucostate أو ناظم الجلوكوز ويوجد مركزان للشهية (مركز الشبع البطني ومركز الجوع أو التغذية الوحشي). يسبب تنبيه مركز التغذية Feeding centre حدوث تناول الطعام. إن وظيفة مركز الشبع Satiety هو تثبيط مركز التغذية.

حيث إن مركز التغذية فعال أو نشط دائما. حيث يثبط هذا المركز بعد عملية هضم الطعام. ويتحكم مستوى الجلوكوز أو السكر في خلايا مركز الشبع في الشهية. فعند انخفاض تمثيل الجلوكوز في هذه الخلايا. حيث يكون الفرق بين تركيز الجلوكوز في الدم الشرياني والدم الوريدي منخفضا. فإن فعالية مركز الشبع تقل وتنقص فيستشعر الإنسان الجوع .ولكن يكون تمثيل الجلوكوزعاليا. تزداد فاعلية ناظم الجلوكوز ويثبط مركز التغذية ويشعر الإنسان بالشبع أو التخمة.

في مرض السكري يكون هناك ارتفاع في مستوى السكر في الدم ولكن معدل دخول السكر إلى مركز الشبع ينخفض ونتيجة نقص الأنسولين حيث إن منطقة النواة البطنية المتوسطة في الوطاء تتأثر بمستوى الأنسولين وبالتالي يزداد الإحساس بالجوع علي

الرغم من ارتفاع مستوى السكر.مع العلم أن أغلب خلايا المخ لا تعتمد على مستوى الأنسولين.

هناك بعض النواقل العصبية مثل السيروتونين والكاتيكولامينات تعمل علي تقليل تناول الطعام. ويؤدي تنشيط المستقبلات الفا٢ الأدرنيرجية في الوطاء إلي زيادة الشهية ولكن تنشيط مستقبلات البيتا والحاثة للدوبامين إلى نقص الشهية. ويستخدم الأمفيتامين والأدوية المشابهة في إنقاص الوزن نتيجة النقص في الشهية. وأيضا يؤدي هرمون الكولي سيستوكينين Chloecystokinin (CCK) والذي يفرز من الأمعاء بعد تناول الطعام يؤدي إلى نقص الشهية والشبع . ويحدث هرمون الكالسيتونين Calcitonin نفس التأثير.

٤- تسيطر أيضا الوطاء علي عملية النوم.

٥- علاقة الوطاء مع الجهاز العصبي الذاتي .تتحكم الوطاء في الوظائف الذاتية.

٦- تنظيم السلوك الجنسي.

الجسر أو الحدبة Pons

ويخرج منه أربعة أزواج من الأعصاب القحفية هي العصب الخامس (التوأمي الثلاثي Trigeminal) وهو عصب حسي وحركي حيث ينقل الإحساس من الوجه ويساعد في تحريك عضلات المضغ. والعصب السادس (المبعد Abducent) الذي يتحكم أيضا في تحريك عضلات العين. والعصب السابع (الوجهي Facial) وهو عصب حركي حسي مسؤول عن تحريك عضلات الوجه ونقل الإحساس (حاسة التذوق) من مقدمة اللسان. والعصب الثامن (السمعي Auditory) وهو عصب حسي مسؤول عن حاسة السمع والاتزان.

ويحتوي الجسر علي مراكز التنفس (مركز الأبنيوستيك و مركز النيموتاكسيك) وهي مسؤولة عن تنظيم عملية التنفس مع النخاع المستطيل.

٢- النخاع المستطيل

يخرج منه اربعة أزواج من الأعصاب القحفية هي العصب التاسع (اللساني البلعومي Glosso-Pharyngeal) وهو عصب حسي في معظمه ينقل إحساسات التذوق من الثلث الخلفي للسان، كما أنه حركي يساعد في عملية البلع؛ والعصب العاشر (الحائر أو المبهم Vagus) الذي يغذي العديد من أجزاء الجهاز الهضمي والدوري والتنفسي؛ والعصب الحادي عشر(اللاحق Accessory) الذي يغذي عضلات الرقبة والكتف؛ وأخيرا العصب الثاني عشر (تحت اللساني Hypoglossal) وهو المسؤول عن تحريك اللسان، ويحتوي على المراكز الحيوية الهامة مثل مركز الشهيق والزفير ومركز إسراع القلب ومركز البلع ومركز تنشيط إفراز اللعاب.

ملحوظة: الأعصاب الدماغية التي تحمل الجهاز العصبى نظير الودي وتخرج من المخ هي العصب الثالث والعصب السابع والعصب التاسع والعصب العاشر . وتتحكم في وظائف الأعضاء اللاإرادية في الرأس و الصدر وتجويف البطن . أما باقي الأعصاب الدماغية التي تخرج من المخ هي العصب البصري Optic وهو عصب حسي ويحمل حاسة الإبصار من العين (الشبكية) إلي مركز الإبصار في المخ (الفص القذالي) والعصب الشمي Olfactory ويحمل حاسة الشم من الأنف إلى مركز الشم في المخ.

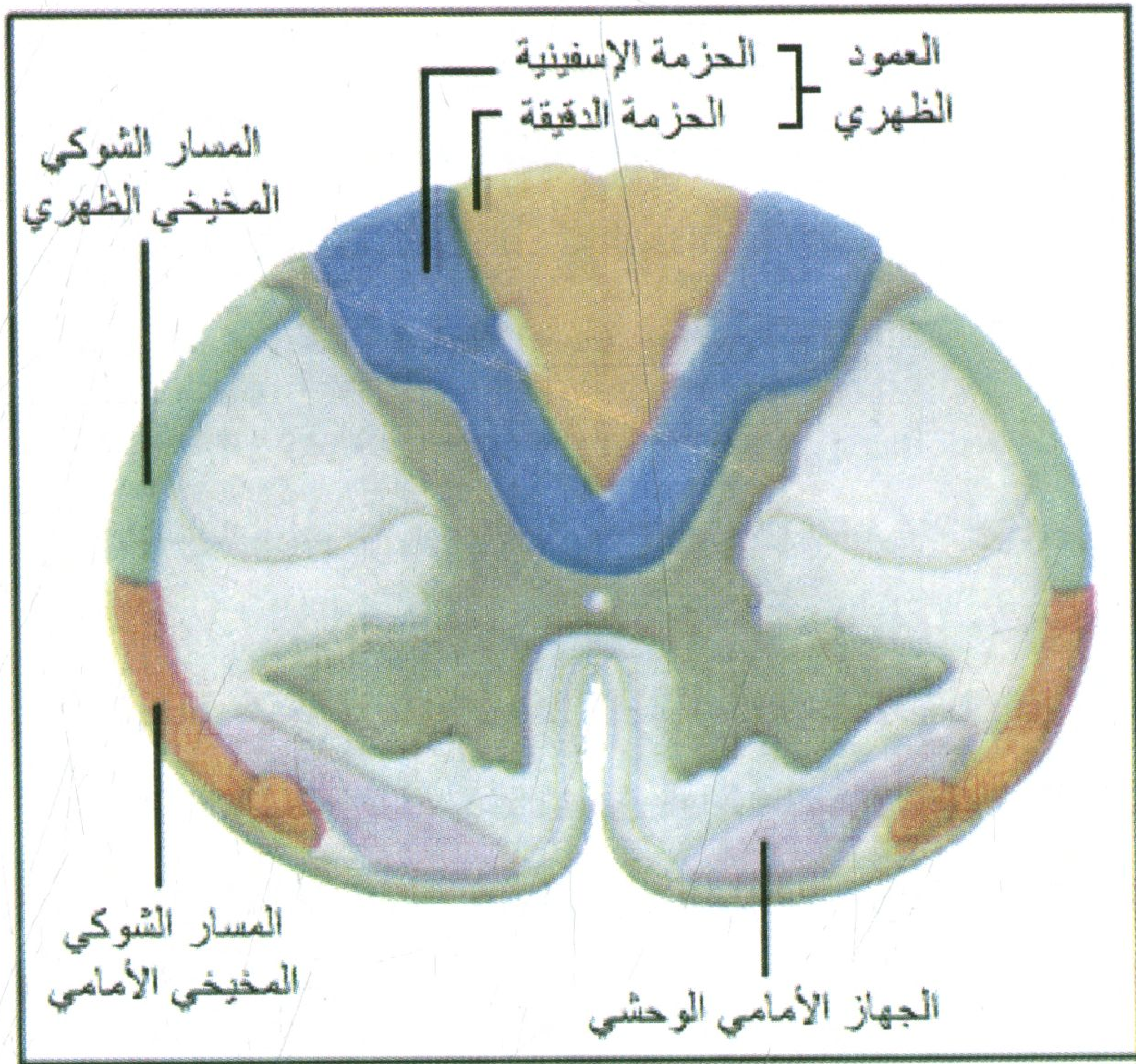
٣- الحبل الشوكي Spinal Cord

يوجد الحبل الشوكي داخل العمود الفقري وهو امتداد للنخاع المستطيل ويصل طوله حوالي ٤٥سم تقريبا ومغلف بالسحايا ومحاط بالسائل الدماغي ويتكون من المادة الرمادية وهي عبارة عن أجسام الخلايا العصبية المحركة وكثير من الخلايا الوسيطة الرابطة. تأخذ المادة الرمادية شكل الفراشة أو حرف H وتتكون من قرنين ظهريين

وقرنين بطنيين وتخرج الأعصاب الحسية من القرنين الظهريين والأعصاب الحركية مـــن القرنيين البطنيين.

المادة البيضاء وهي تحتوي على محاور الخلايا العصبية وتأخذ اللون الأبيض نتيجة وجود النخاعين أو الميالين وهي عبارة عن محاور الخلايا العصبية الموجـــودة في الطبقـــة السنجابية وتتجمع هذه المحاور في ثلاثة أعمدة هما العمود الظهري والبطني والوحـــشي dorsal, ventral, lateral وتمر فيها نوعان من المسارات العصبية المـــسارات الـــصاعدة " الحسية" sensory . المسارات الحركية "الهابطة motor tract " descending".

وتخرج من خلايا الدماغ إلى الحبل الشوكي. عبر القـــرن الـــبطني مـــن المـــادة السنجابية " تمثل أعصاب الحركة".



الشكل رقم (١١). تركيب الحبل الشوكي.

أ) **المسارات الحسية "الصاعدة"**: وهي عبارة عن:

- **مسار الحزمة الرشيقة gracilis** ومسار الحزمة الأسفينية cuneatus ويقع هذان المساران في العمود الظهري من الحبل الشوكي ووظيفتهما الإحساس بوضع الجسم والاهتزازات التي يتعرض لها. بالإضافة إلى معلومات خاصة بالمراكز العليا مثل الحجم والشكل.
- **المسار الشوكي المهادي** spino-thalamic tract وهو عبارة عن المسار الوحشي الذي ينقل الإحساس بالألم والحرارة. Pain-temperature sensation. والجزء أوالمسار البطني والذي ينقل الإحساس باللمس touch إلى المهاد thalamus.
- **المسار الشوكي المخيخي.spino-cerebellar tract** وتمر عبر العمود الوحشي ومنه إلى المخيخ- كما يوجد فرع بطني من هذا المسار ينقل الإحساس من المنطقة القطنية والعجزية.وينقل هذا المسار الإحساس في العضلات والمفاصل إلى المخيخ للحفاظ على التوازن.

ب) **المسارات الحركية " الهابطة" descending tract** وهي تحمل الأوامر الحركية من المخ " قشرة المخ" إلى أجزاء الجسم المختلفة. نوعان:

- **المسارات الهرمية:pyramidal tract**: هذه المسارات تخرج من قشرة المخ وتمر عبر أجزاء عديدة من الدماغ إلى أن تصل إلى النخاع المستطيل M.O. حيث تتصالب عند مستوى أهرامات النخاع المستطيل medullary pyramids حيث تتجه الأعصاب القادمة من فص المخ الأيسر إلى نصف الجسم الأيمن والعكس ووظيفتها: نقل الأوامر الحركية من الدماغ إلى النصف الآخر من الجسم وتسمى هذه المسارات" القشرية المخية الشوكية "Cortico spinal tract".

وظائف المسارات الهرمية:

١- بدء الحركات الإرادية للعضلات الهيكلية والحفاظ على توتر العضلات muscle tone لحفظ توازن الجسم والتحكم في العضلات المسؤولة عن التنفس وحركة القلب.

٢- مسؤولة عن الحركات الدقيقة مثل حركة الأصابع والمهارات الحركية في الإنسان ولكنها في الحيوان غير مكتملة وتظهر فقط من خلال حركة الأذن في الكلاب وحركة الشفاه Lip curling في الخيول

- **المسارات خارج الهرمية extra-pyramidal**: وهي مسارات خارج هرمية تخرج من قشرة المخ ولا تمر من أهرامات النخاع المستطيل. وهذه المسارات مسؤولة عن الحفاظ على وضع الجسم على الأرض ضد الجاذبية الأرضية. ورد الفعل "منعكس الاتزان ومنعكس الرقبة"، وهي مسؤولة عن أداء الحركات الجماعية الإرادية وشبه الإرادية التي تحدث أثناء المشي والمختصة باتزان وضع الجسم. وأيضا يتم في الحبل الشوكي عدة وظائف منها "التبول- التبرز- الانتصاب القذف".

رد الفعل المنعكس Reflex action

هو الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي أما القوس العصبي الانعكاس (reflex arc) هو المكونات العصبية المسؤووله عن رد الفعل المنعكس. ويتكون القوس الانعكاسي Reflex arc من:

١- مستقبلات حسية Sensory receptor توجد في الجلد.

٢- عصب حسى يحمل السيالات العصبية الناتجة من المستقبلات الحسية sensory أو. Afferent n

٣- مشبك عصبى أو أكثر في الحبل الشوكي وهو المسؤول عن نقل الأوامر المحركة

العصب المحرك motor n. . ويحمل الأوامر الحركية إلى عضو الحركة أو العضلات.

٤- العضلات المتأثرة.

أنواع رد الفعل المنعكس

١- رد فعل منعكس وحيد المشبك هو ابسط أنواع رد الفعل المنعكس ويوجد بة مشبك واحد بين العصب الحسى والعصب المحرك .

٢- رد فعل منعكس متعدد المشابك يوجد بة عدد كبير من التشكبات يتراوح بين اثنين إلى مئات المشابك لتنفيذ رد فعل منعكس واحد.

ويخرج من الحبل الشوكي ٣١ زوجا من الأعصاب الشوكية.

وظائف الحبل الشوكي

١- ينقل الحبل الشوكي الرسائل الحسية من أجزاء الجسم إلى المخ.

٢- ينقل أيضا الرسائل الحركية التنفيذية من المخ إلى عضلات الجسم والغدد.

٣- يتحكم الحبل الشوكي في رد الفعل المنعكس والرد الفوري علي الرسائل الحسية القادمة من الجلد دون الرجوع إلي قشرة المخ أو إرسالها إلى المخ في حالات أخرى.

٤- يوجد فيه مراكز التحكم في عمليتي التبول والتبرز في المنطقة القطنية والعجزية . ويرسل سيالات عصبية لقشرة المخ للسيطرة والتحكم في عمليتي التبول والتبرز عن طريق التعود والتعلم. وأي خلل وظيفي يؤدي إلى فقد السيطرة علي هاتين العمليتين.

المستقبلات الحسية Sensory Receptors

وهي عبارة عن أعضاء حس مثل العين ، الأذن ، الأنف واللسان أو نهايات عصبية توجد في الجلد أو تحت الجلد وهي المستقبلات الحسية.

ويوضح الجدول رقم (٤) أن المستقبلات الحسية تنقسم إلى نوعين أساسيين حسب مكان وجودها، هما المستقبلات الخارجية، والمستقبلات الداخلية.

الجدول رقم (٤). أنواع المستقبلات الحسية.

(١) المستقبلات الخارجية **Extero-receptor**	(٢) المستقبلات الداخلية **Intero-receptors**
أ) مستقبلات الجلد. Receptor cutanous؛ مستقبلات الحرارة "كريات رافسيني"؛ مستقبلات البرودة "أجسام كراوسي"؛ مستقبلات اللمس "كريات مسنرز"؛ أقراص مركلز — مستقبلات الألم؛ مستقبلات الضغط وهي توجد في الأنسجة الضامة تحت الجلد، وأعضاء الجنس الخارجية. ب) أعضاء حس خاصة، مثل العين، والأذن والأنف، واللسان.	أ) مستقبلات الحس العميق Proprio- receptors توجد في الأربطة، والأوتار والمفاصل "مغازل عضلية في العضلات الهيكلية وعضو جولجي في الأوتار؛ مستقبلات ميكانيكية في المفاصل. ب) مستقبلات حشوية Visceral Receptor توجد على الأعضاء الداخلية " الأحشاء" مثل الأمعاء والمعدة — الرحم والقلب والأوعية الدموية والرئتين وغيرها. وتشمل مستقبلات كيميائية (a) Chemo- receptors وتنقل التغيرات داخل الدم مثل مستوى الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، الأس الهيدروجين. (b) مستقبلات الضغط Baro- receptors وهي مسؤولة عن تنظيم ضغط الدم والشد في الأعضاء. ج) مستقبلات الوطاء. Hypothalamic Receptors مثل: ١- مستقبلات اللزوجة وحجم الدم. ٢- مستقبلات الحرارة وتنظيم حرارة الجسم عن طريق الدم. ٣- مستقبلات الضغط التناضحي Osmo-receptors ٤- مستقبلات السكر gluco- receptor تشعر بمستوى الجلوكوز في الدم.

المستقبلات الحسية في الجلد Cutaneaus Receptors

١- النهايات الحرة للعصب "مسؤولة عن الإحساس بالألم.

٢- كرة ميسنر "حاسة اللمس "

٣- كرة رافيني "الإحساس بالحرارة "الحار".

٤- كرة باسيني " الإحساس بالضغط .

٥- بصلة كروس الانتهائية . الإحساس بالبرودة مستقبلات عميقة Deep sensation

٦- الحزمة العضلية العصبية "الإحساس العميق".

٧- العضو العصبي الوتري .

خواص المستقبلات .Properties of receptors

١- النوعية

أي أنه لكل إحساس نوع محدد من المستقبلات، كل مستقبل له نوع محدد من المنبهاتstimulus التي تستجيب لها. مثال: العين تتأثر بالضوء وكمية الضوء الساقط على الشبكية للعين؛ ومستقبلات الشم تتأثر بالتغير في مقدار المواد العالقة في الهواء المحيط؛ ومستقبلات الحرارة لا تستجيب للبرودة.

ملحوظة: عند إصابة العين بضربة قوية تؤدي إلى حدوث دفقة من النور لأنها مهيأة فقط لاستقبال الضوء فقط. وحدوث التهابات في الأذن تؤدي إلى سمع صوت ضجيج غير مفهوم.

٢- التأقلم Adaptation

أ) مستقبلات سريعة التأقلم وهي مستقبلات تتوقف عن إرسال السيالات العصبية بعد فترة من تنبيهها.

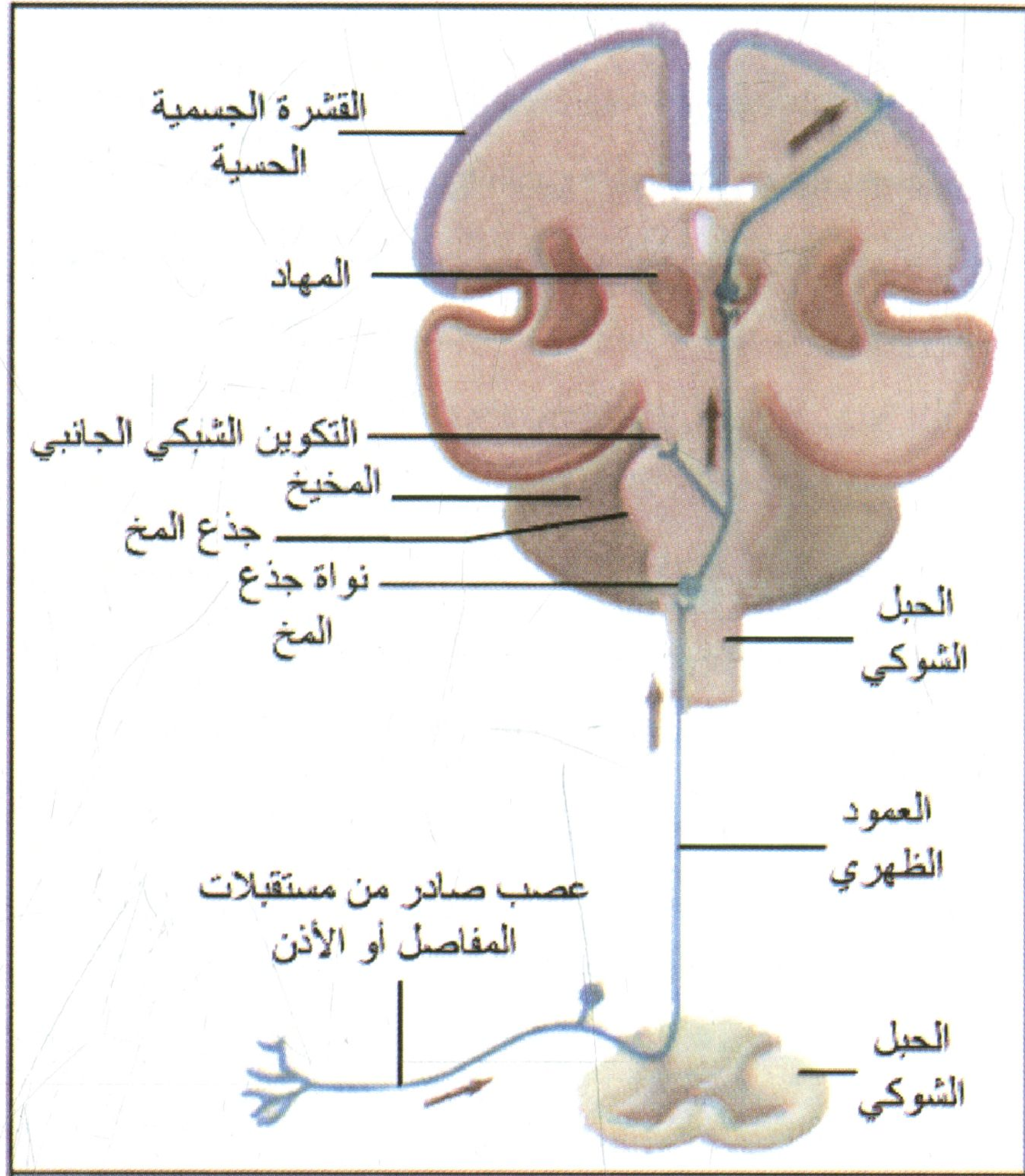
ب) مستقبلات بطيئة التأقلم وهي مستقبلات لا تتوقف عن إرسال السيالات العصبية بعد فترة من تنبيهها. لأنها تؤدي وظائف هامة مثل مستقبلات الألم والسمع والمستقبلات في العضلات، المفاصل حتى يستمر الحفاظ على توازن الجسم واستمرار الإحساس بالألم للحفاظ على الجسم. ولكن المستقبلات سريعة التأقلم تصبح غير حساسة للمنبهات الواقعة عليها إذا استمر التنبه لها بصفة مستمرة. مثل مستقبلات اللمس، والضغط، مستقبلات الشم.

٣- الاستثارية Excitability

وهي القدرة على الاستجابة للمنبه الخارجي المناسب Threshold stimulus ضمن العتبة، بالتالي ترسل سيالات عصبية إلى المخ عبر العصب الحسي، ولها خاصية التجميعSummation، زيادة الشدة المنبهة يزاد معدل مرور السيال.

الإحساس في العضلات Deep sensation

توجد المستقبلات الذاتية في العضلات والمفاصل والأوتار وهي مسؤولة عن إرسال سيالات عصبية إلى المخ ليتعرف على مقدار التوتر ، الشد الواقع على كل العضلات والمفاصل والأوتار في الجسم وتمر هذه السيالات من المغازل العضلية (M.spindle) – وعضو جولجي Golgi في الأوتار والمستقبلات الميكانيكية في المفاصل إلى الحبل الشوكي ومنه إلى الدماغ وذلك لتنظيم مقدار الشد والتوتر والضغط الواقع على هذه الأعضاء وحفظ وضع الجسم على الأرض ومقدار النشاط اللازم في العضلات حتى يتم حفظ التوازن وتنظيم الحركة من خلال رد فعل منعكس يتم في الحبل الشوكي. وفي الشكل رقم (١٢) توضيح للمسار المسؤول عن وضع الجسم في القشرة المخية الحسية.

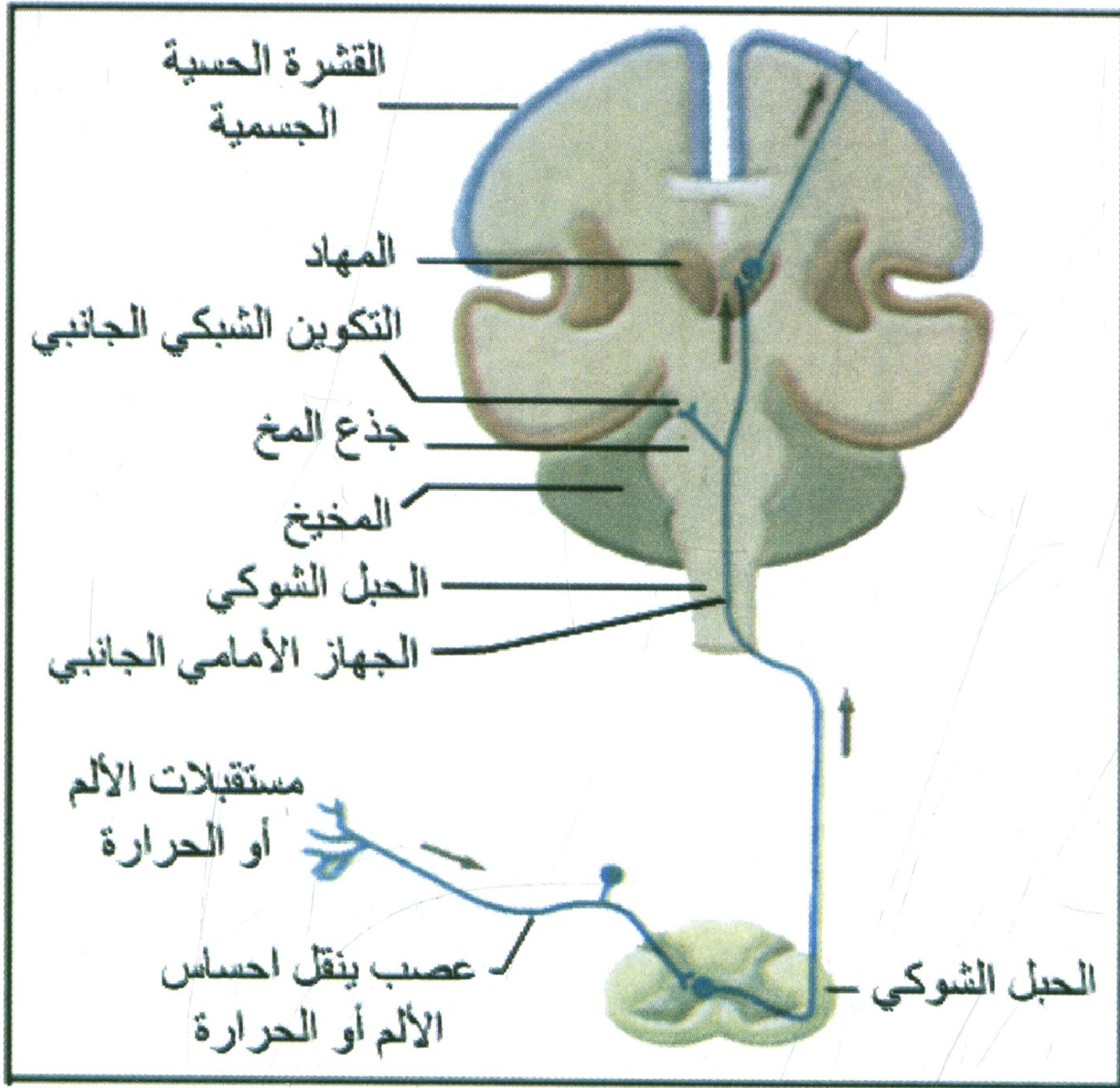


الشكل رقم (١٢). المسار المسؤول عن وضع الجسم في القشرة المخية الحسية.

الإحساس في الجلد

يوجد في الجلد عدد كبير من المستقبلات الحسية مثل مستقبلات الحرارة- البرودة- اللمس والضغط وتمرر هذه المستقبلات سيالات عصبية إلى الحبل الشوكي ومنه إلى قشرة المخ. عبر المسارات الصاعدة من الحبل الشوكي إلى قشرة المخ.

يزداد تركيز هذه المستقبلات في اليد، الشفتين. كما توجد في الإنسان على الأعضاء التناسلية الخارجية مثل حشفة القضيب في الذكر، الشفران الكبيران والصغيران والبظر– حلمة الثدي في الإناث عدد كبير من مستقبلات اللمس. ويوضح الشكل رقم (١٣) مسارات الألم والحرارة.



الشكل رقم (١٣). يوضح مسارات الألم والحرارة.

الإحساس بالألم Pain sensation

الألم من أهم الإحساسات التي تنبه الجسم إلى العضو المصاب للحفاظ على وظائف هذا العضو وتجنب استعماله.

أنواع الإحساس بالألم:

١- **الألم الحاد Acute pain** "الحاد" مثل الوخز، القطع، الصعق الكهربائي.

٢- **الألم المزمن chronic pain** مثل ألم الحروق، الصداع، ألم الأحشاء الداخلية. وهذا النوع تصاب به الأجهزة الموجودة أسفل الجلد. ومستقبلات الألم هي نهايات الأعصاب العارية"المنتهية" free nerve endings وهي منتشرة على كل أجزاء الجسم، وهي من النوع بطيء التأقلمslow Adaptation

٣- **الألم الحشوي visceral pain**: هو ألم الإحساس في الأحشاء مثل المعدة، الأمعاء، المثانة، الرحم، الأوعية الدموية وهي أعضاء مجوفة يحدث الألم عند امتلاء أو انتفاخ هذه الأعضاء أو انقباض عضلتها.

تقلص الأمعاء، المرارة، الحالب يسبب الإحساس بالمغص Colic وأيضا نقص الأوكسجين في الأنسجة مثل القلب يسبب آلام حادة في حالة الأزمات القلبية. ولكن توجد بعض الأنسجة مثل الرئتين، الغشاء البلوري والشعب الهوائية وغلاف الكبد لا تشعر بالألم.

مسببات الألم

يحدث الإحساس بالألم نتيجة:

١- خروج بعض المواد الهرمونية مثل، البرادي كينين Bradyknin والهستامين Histamin، والسيروتونين serotonin وبعض المواد الناتجة عن نشاط الأنسجة مثل حمض اللبن، البوتاسيوم، الإنزيمات الهاضمة.

٢- نقص التغذية الدموية للأنسجة Ischemic ويسبب Ischemic pain

٣- تقلص العضلات الذي يضغط على نهايات الأعصاب بها.

٤- خروج مادة p (substance p) وهي وسيط كيميائي يفرز عنـــد التماســـك العصبي بين العصب الحسي والقرن الظهري للحبل الشوكي.

رد الفعل الأنعكاسي للألم reaction to pain

١- يحدث تغيرات انعكاسية وتشمل:

أ) زيادة معدل ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم عند الألم البسيط.

ب) نقص معدل ضربات القلب وانخفاض الضغط وفقدان الـــوعي نتيجـــة الألم الشديد الذي ينبه الجهاز نظير الودي .

٢- رد فعل انسحابي withdrawal Reflex ويحاول الإنسان أن يبعد الجزء المصاب عن مصدر الألم.

مزيلات الألم (المسكنات)

تستعمل مواد لإزالة الألم مثل" المهدئات، المنومات، المخدرات". وهـــي مـــواد مشتقة من الأفيون " الكوداين، الهيروين والذي يستخرج من نبات القنب الهندي. ويفرز الجسم الأفيونات الداخلية مثل الأندورفين B-endrophin والإنكافلين، الداينورفين وهـــي تعمل على الاتحاد مع مستقبلات موجودة في مناطق الإحساس بالألم في جذع الـــدماغ والجسم الطرفي والحبل الشوكي.

يعمل الإنكفالين على وقف مرور السيالات العصبية عند مستوى الحبل الشوكي، بينما الأندوفين والداينورفين يعملان عند مستوى الخلايا العصبية في الـــدماغ ويعمـــل الأسبرين على إزالة الألم عند نهاية الأعصاب فيعمل على رفع عتبة الألم.

الألم التحويلي Referred pain

مثل ألم القلب والذبحة الصدرية. حيث يشعر الإنسان بألم القلب في أماكن أخرى مثل الذراع– الكتف وسبب ذلك أن الأعصاب الحسية التي تخرج من القلب تدخل إلى القرن الظهري في الحبل الشوكي في نفس الأماكن التي تدخل منها الأعصاب الحسية التي تأتي من الذراع والكتف ولذلك يتم ترجمة السيالات العصبية القادمة من القلب على أنها قادمة من الذراع و الكتف ويحدث ذلك في الجانب الأيمن من الجسم حيث آلام المرارة يشعر بها الإنسان في الكتف الأيمن. وآلام المثانة والحالب يشعر بها الإنسان بين الأرجل.

الجهاز العصبي الذاتي (اللاإرادي)
Autonomic Nervous system

ينقسم الجهاز العصبي اللاإرادي إلى جزئين:

١- الجهاز العصبي الودي Sympathetic nervous system.

٢- الجهاز العصبي نظير الودي Parasympathetic nervous system

الجهاز العصبي الودي (Sympathetic N.s)

المنشأ: يخرج من خلال الفقرات الصدرية والقطنية. Thoraco- lumber out low

١- العصب قبل العقدة يخرج من العمود الرمادي الجانبي من الفقرات الصدرية والقطنية٢-٣ فقرة من الحبل الشوكي.

٢- العصب قبل العقدة preganglonic N.F يمر في السلسلة العصبية الودية والتي تمتد بجوار الحبل الشوكي من الفقرات العنقية وحتى العجزية.

٣- يوجد مجموعه من العقد العصبية وهي العنقية الأمامية و الوسطى والخلفية وتمتد منها العصب بعد العقدة postganglonic N. ليغذي الأعضاء اللاإرادية في الرأس والعنق .

٤- يوجد أيضا مجموعة أخرى من العقد العصبية .collateral G العقدة الوسـطية تقع بين السلسلة الودية والأحشاء وهي العقد البطنية العقد الحشوية الأماميـة العقـد الخلفية ويخرج منها العصب البعد العقدة ليغذي الأحشاء بالبطن ، ويوجد أيضا عقـدة عصبيه قريبة من المستقيم المثانة والأعضاء الجنسية . وتسمى العقد " النهائية "

ملحوظة: العقد الفقارية أو الجانبية symp athetic chain تقع على جانبي العمود الفقري وتتصل ببعضها عن طريق محور ليفي مكون من حبل عنقودي وتسمى السلسلة الودية وتتكون من حوالي ٢٣- ٢٥ عقده عصبة (٣ عنقيه – ١٢ صدرية – ٤ قطنية – ٤ عجزية – واحدة ذيله في الإنسان) وتتميز بأن الألياف قبل العقد قصيرة جداً ولكن الألياف بعد العقدة طويلة وتأثير هذه العقد (ودي).

وظائف العقد اللاإرادية

١- مراكز توزيع السيالات العصبية لزيادة تأثير هذه الأعصاب يحـدث عنـد العقد تشابك ينتج عنه تعدد بحيث يخرج على الأقل ١-٢ عصب بعد عقدة في التغذيـة نظير ودية أو أكثر وتصل إلى ١: ٣٢ كما في حالات التغذية الودية من العقدة العنقيـة العلوية .S.C.G

٢- مرور السيالات العصبية في اتجاه واحد .

٣- إفراز الناقلات العصبية neurotransmitters مثل الأسـتيل كـولين والنـور أدرينالين.

وظائف الجهاز الذاتي (اللاإرادي)

يتحكم الجهاز اللاإرادي في الوظائف الجسمية التي لا يمكن التحكم فيها. أي أنه يعمل تحت مستوى الوعي وهو المسؤول عن حركة العضلات اللاإراديـة في الأعـضاء المساريقية " مثل الأوعية الدموية " الأمعاء والمعدة ، والمثانة والرحم ، حيث يقوم الجهاز

الودي بالدور المهيج " المثير " والجهاز نظير الودي بالوظيفة المثبطة ولذلك لأداء وظيفة محددة .

وظائف الجهاز الودى Functions of sympathetic n.s

التأثير على أعضاء الرأس والعنق

١- العين eye

أ) يحرك عضلات الجفون ويرفع الجفون eye lid.

ب) يوسع حدقة العين .eye pupil mydriasis.

ج) جحوظ العين . Exophalamos.

د) يساعد على الرؤية البعيدة.

هـ) يسبب ضيقاً في الأوعية الدموية التي تغذي الغدد الدمعية.

٢- الغدد اللعابية .salivary gland

أ) ينشط إفراز اللعاب " قليل الحجم – مركز ويحوي نسبة عالية من المواد العضوية.

ب) يساعد على انقباض الخلايا العضلية المحيطة بالغدة للمساعدة على إفراز اللعاب.

٣- الجلد skin

أ) زيادة إفراز التعرق sweat من الغدد التعرقية.

ب) انقباض عضلات الشعر piloerection.

ملحوظة: الغدد التعرقية تغذي بواسطة عصب ودي يفرز أستيل كولين بدلاً من النورأدرينالين.

٤- المخ Brain

يقبض شريان المخ.

التأثير على الأعضاء الصدرية

١- القلب Heart

أ) يزيد من معدل دقات القلب سرعة النبض.

ب) يزيد من قوة ضربات القلب ويوسع الأوعية الدموية المغذية للقلب والشرايين التاجية . مما يزيد من كفاءة القلب عامة.

٢- الرئتان Lungs

أ) يوسع الشعب الهوائية bronchio- dilation

ب) يقلل قطر الأوعية الدموية المغذية للرئة.

ج) يزيد حجم الهواء.

د) يقلل إفراز المخاط في الشعب الهوائية.

التأثير على الأعضاء في البطن

١- الجهاز الهضمي

أ) يقلل إفرازات العصارة الهاضمة من المعدة والأمعاء والبنكرياس.

ب) على جدار القناة الهضمية يقلل من التوترات العضلات الإرادية في القناة الهضمية ويقلل من الحركة التمعجية.

ج) يزيد من معدل التوتر في الصمامات بين أجزاء القناة الهضمية ويسبب غلقاً للصمامات وعدم مرور الطعام ويقلل الهضم.

٢- الكبد

أ) يزيد معدل تحليل الجليكوجين في الكبد ويزيد من مستوى الجلوكوز في الدم.

ب) يقلل إفراز العصارة الصفراوية ويثبط عضلات المرارة والقنوات المرارية

٣- الطحال

أ) يزيد من معدل انقباض محفظه الطحال spleen capsule و يزيد من عدد الكريات الحمراء في الدورة الدموية .

ب) ضيق في الأوعية الدموية المغذية للطحال .

٤- الشرايين البطنية

يقلل الدم في الشرايين المغذية للمعدة- والأمعاء في الكبد والكلى والبنكرياس ويسبب ضيقاً في هذه الشرايين. في نفس الوقت يزيد من معدل الدم في شرايين العضلات والمخ.

التأثير على لب الغدة الكظرية adrenal medulla

تغذي لب الغدة الكظرية بأعصاب ودية تخرج من الحبل الشوكي وعندما تنبه هذه الأعصاب يؤدي ذلك إلى إفراز هرمونات الأدرينالين والنورأد ينالين من لب هذه الغدة وتذهب في الدم لتنشط الدورة الدموية وتحدث نفس تأثير الجهاز الودي ولكن تظل مدة أطول من الهرمونات التي تفرز من الجهاز الودي ويسبب تأثيرات على الاستقلاب مثل:

١- تحلل الدهون.

٢- زيادة نسبة الجلوكوز في الدم زيادة الطاقة.

٣- تنبه القلب بواسطة الأدرينالين لنظر لوجود مستقبلات البيتا في القلب.

يعتبر لب غدة الكظرية أكبر غدة ودية في الجسم. ويتم تنبيه الجهاز الودي في حالات الخوف، الهروب. والغضب ويزداد معدل انقباض القلب والتنفس والتعرق وكما ينبه لب الكظرية وإفراز الأدرينالين ويوجد مراكز الجهاز الودي في الوطاء- النخاع المستطيل والجسر وتستقبل إشارات من المراكز العليا في القشرة المخية

١- المثانة

ارتخاء عضلات المثانة وانقباض الصمام وحبس البول المستقيم والقولون :- ارتخاء عضلات المستقيم والقولون وغلق عضلات فتحة الشرج.

٢- الأعضاء الجنسية sex organs

أ) ينبه الأعضاء الودية المغذية للأعضاء الجنسية يؤدي إلى الإصدار emission، والقذف في الذكرEjaculation

ب) ارتخاء العضو الذكري (القضيب).

ج) في الإناث بسبب انقباض عضلات الرحم

التأثير على العضلات الهيكلية "الأوعية الدموية المغذية لها"

١- ظاهرة أور بلي Orbelli phenom

نتيجة تنبه الجهاز الودي للشرايين المغذية للعضلات أو إفراز الأدرينالين ويحدث:

أ) زيادة درجة انقباض العضلات الهيكلية.

ب) تأخير التعب العضلي.

ج) استرجاع حالة العضلات بعد التعب ويحدث ذلك نتيجة

د) زيادة معدل وصول الدم إلى هذه العضلات " توسيع الشرايين .

هـ) زيادة استهلاك الأكسجين بالعضلات .

و) تنشيط إنتاج ATP وفوسفات الكرياتن نتيجة لتحليل الجليكوجين وإنتاج مصادر الطاقة بالعضلات الهيكلية .

٢- ظاهرة هورنر Horner's syndrome

تحدث عند إصابة الأعصاب الودية للرقبة وينتج عنها عدة أعراض في نفس الجانب الذي أصيب، وهي:

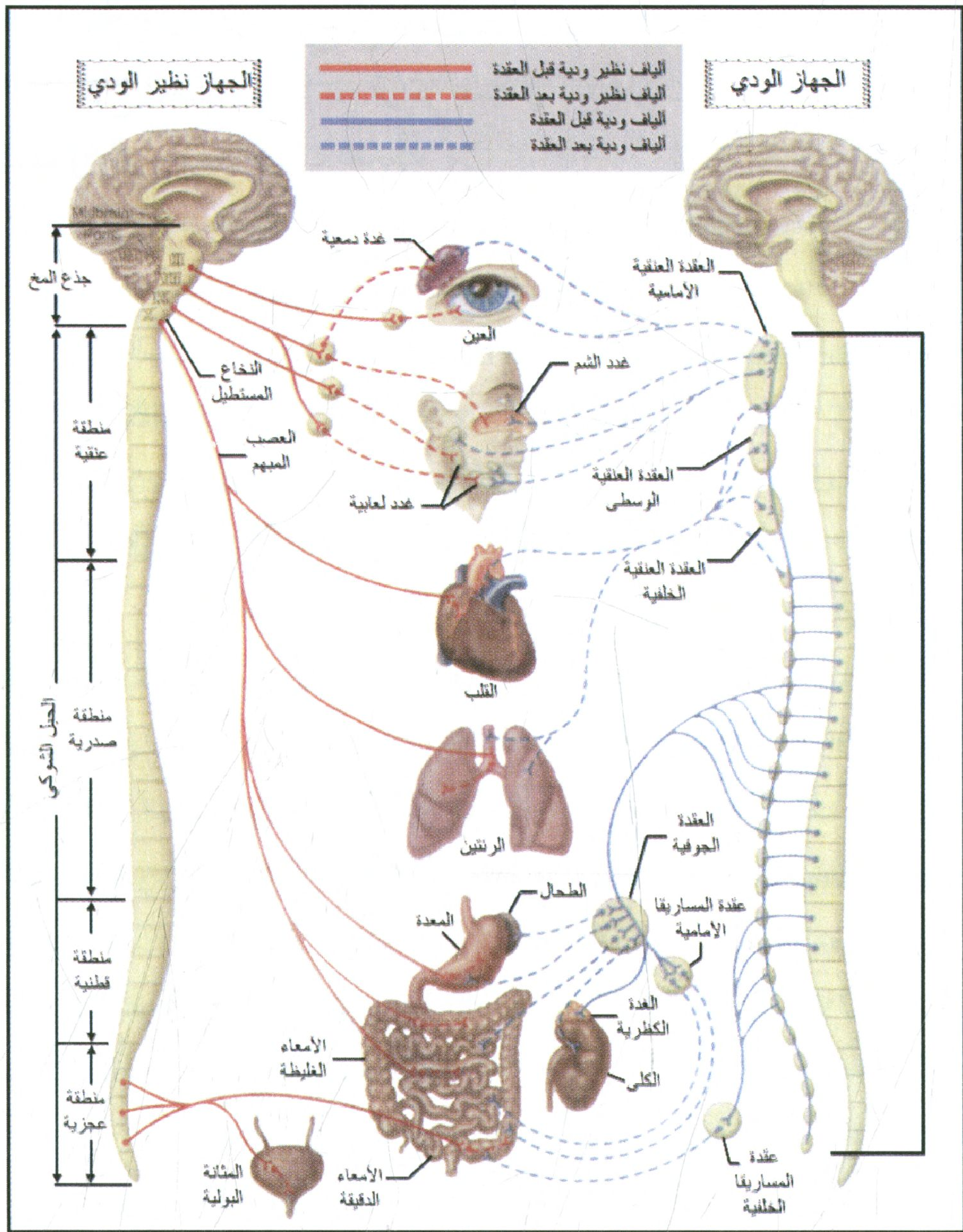
أ) العين غائرة وشلل في الجفن العلوي للعين petosis وضيق إنسان العين.

ب) جفاف الجلد وانعدام تغذية الغدد التعرقية بالأعصاب. وتوسيع الأوعية الدموية للرأس واحمرار الوجه.

الجهاز العصبي نظير الودي .Parasympathetic nervous system

وهو الجزء الثاني من الجهاز العصبي الذاتي (اللاإرادي) وهو المسؤول عن نشاط الغدد والأحشاء الداخلية للجسم وعن العضلات الملساء الموجود داخل الأعضاء الحشوية "المساريقا" smooth muscle in (viscera)

المنشأ: يخرج في الأعصاب القحفية وأيضا الفقرات العجزية cranio-sacra l outflow



الشكل رقم (١٤). الجهاز العصبي اللاإرادي "الذاتي" (الجهاز الودي– الجهاز نظير الودي).

أولاً: الجزء الذي يخرج مع الأعصاب القحفية "الجزء الدماغي"

يخرج العصب الصادر من المراكز المخية في المخ الأوسط أو السبني والنخاع المستطيل وتخرج مع الأعصاب القحفية

١- العصب المحرك للعين .N cr III العصب الثالث occulomotor.

٢- العصب الوجهي .N cr VII العصب السابع .Facial N.

٣- العصب البلعومي اللساني .N cr IX N العصب التاسع .Glosso-pharyngeal N.

٤- العصب المبهم " الحائر " .cr X. N العصب العاشر .Vagus N.

أما توزيع وتغذية هذه الأعصاب للأعضاء اللاإرادية في الرأس والصدر والبطن فعلى النحو التالي:

١- العصب المحرك للعين: ينشأ من المخ الأوسط mid - brain ويتصل العصب القبل العقدة العصبية Preganglonic .N.f في العقدة الهدبية ويغذي العصب بعد العقدة العصبية العين .

٢- العصب الوجهي: ينشأ من النواة اللعابية العليا .superior salivary N في الجسر pons ويمر العصب قبل العقدة على عقدة عصبية تسمى .spheno-p latine G ويغذي العصب بعد العقدة — الغدد الدمعية وغد د الأنف والفم ويغذي عصب حبل الطبل chorda tympani— العقدة العصبية التحت فكية. ليغذي العصب بعد العقدة الغدد اللعابية تحت اللسان والغدد التحت الفكية.

٣- العصب البلعومي اللسان Glossopharyngeal N: ينشأ من النواة اللعابية الخلفية Inferior salivary gland في النخاع المستطيل ويتصل بالعقدة العصبية التي تسمى العقد الأذنية . ويخرج العصب بعد العقدة ليغذي الغدة النكفية " partoid gland " اللعابية " والجزء " الثلث الأخير من اللسان ".

٤- العصب المبهم (الحائر) vagus n. " العاشر: ينشأ العصب قبل العقدة من النواة المحركة الظهرية dorsal root neuclei في النخاع المستطيل. ويغذي الأعضاء مثل القلب، والرئتين، والأحشاء مثل المريء و المعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة والكبد والطحال، والبنكرياس " والجزء العلوي من القولون .

ثانيا: الجزء العجزي The sacral division

يخرج العصب الصادر من الحبل الشوكي من الجزء السفلي ventral root للفقرات العجزية من sacral 2 في الإنسان. ويخرج العصب من الحبل الشوكي مع الضفيرة الحوضية pelvic plexus ليغذي الأعضاء التناسلية والرحم والمثانة والجزء الخلفي من القولون.

وظائف الجهاز نظير الودي Effect of parasympath N.s.

الجزء الدماغي

١-العين: أ) ضيق في حدقة العين eye pupil myosis، ب) المساعدة على الرؤية القريبة.

٢-الغدد الدمعية: أ) اتساع في الشرايين الدموية التي تغذي الغدد الدمعية، ب) إفراز الدموع Tears secretion

٣- الغدد اللعابية:- تحت اللسان- تحت الفك. زيادة إفراز اللعاب الذي يحتوى على كميات كثيرة من الماء ويقل به المواد العضوية عكس الجهاز الودي في التأثير.

٤- اللسان: اتساع الأوعية الدموية المغذية للسان.

٥- الغدد اللعابية النكفية والثلث الأخير من اللسان زيادة إفراز اللعاب saliva وتوسيع الشرايين المغذية للسان.

العصب الحائر "المبهم" تأثير الجهاز نظير الودي على القلب والرئتين

التأثير على القلب Heart

١- يغذي عضلات الأذين وأنسجة التوصيل بالقلب SAN.

٢- يقلل نشاط القلب و يقلل الانقباض القلبي.ويقلل التوصيل داخل عضلة القلب ويقلل استهلاك الأوكسجين.

٣- ضيق في الشرايين التاجية.

التأثير على الرئتين

١- ضيق في الشعب الهوائية Bronchio constriction.

٢- توسيع الشرايين الرئوية.

٣- زيادة إفراز المخاط. ولذلك يزداد نشاط الجهاز نظير الودي في أثناء الليل ويساعد على استمرار االسعال بالليل أكثر من النهار في الإنسان والحيوان المصاب بالسعال.

التأثير على المعدة والأمعاء :- .G.I.T

١- زيادة التوتر في عضلات المعدة والأمعاء وزيادة حركة المعدة والأمعاء.

٢- ارتخاء في الصمامات بين القناة الهضمية مما يساعد على هضم وانتقال الطعام.

٣- زيادة إفرازات الغدد في المعدة والأمعاء والبنكرياس وزيادة حامض المعدة مما يساعد على الهضم والامتصاص.

الكبد Liver

١- ينشط إفراز الصفراء.

٢- يفرز محتويات المرارة من العصارة الصفراوية وارتخاء في الصمامات المرارية.

البنكرياس

١- ينشط إفراز العصارة البنكرياسية Pancretic Juice.

٢- ينشط خلايا بيتا B- cellsلإفراز الأنسولين منها Insulin Secretion.

أحشاء الحوض

١- المثانة: زيادة الانقباض والتوتر في جدار المثانة أو العضلات الملساء بالمثانة ويحدث ارتخاء في الصمام ويساعد على التبول.

٢- القولون والمستقيم: زيادة الانقباض والتوتر في عضلات القولون والمستقيم وحدوث ارتخاء في عضله الشرج الداخلية وحدوث التبرز (defecation).

٣- الأعضاء التناسلية (الأعضاء الذكرية والأنثوية): أ) يحدث انتصاب للقضيب erection. ب) يحدث انتصاب للبظر في الأنثى.ج) توسيع الشرايين في الرحم والمهبل وزيادة ورود الدم فيها واحتقانها. د) إفراز وتوسيع شرايين غده البروستا ت في الذكور.

ملحوظة: يعمل الجهاز العصبي نظير الودي على تنشيط انتصاب القضيب. بينما يعمل الجهاز العصبي الودي على القذف ejculation في الذكر حيث يتم بمساعدة الجهاز العصبي اللاإرادي السيطرة الكاملة على الجماع في الإنسان.

النواقل الكيميائية chemical trans mitters

يوجد نوعان من النواقل الكيميائية تفرز عند كل من الجهاز العصبي الودي والجهاز العصبي نظير الودي. وهما: ١- الأستيل كولين. ٢- النوراد رينالين.

الأستيل كولين Acetylcholine

أماكن إفرازالأستيل كولين:

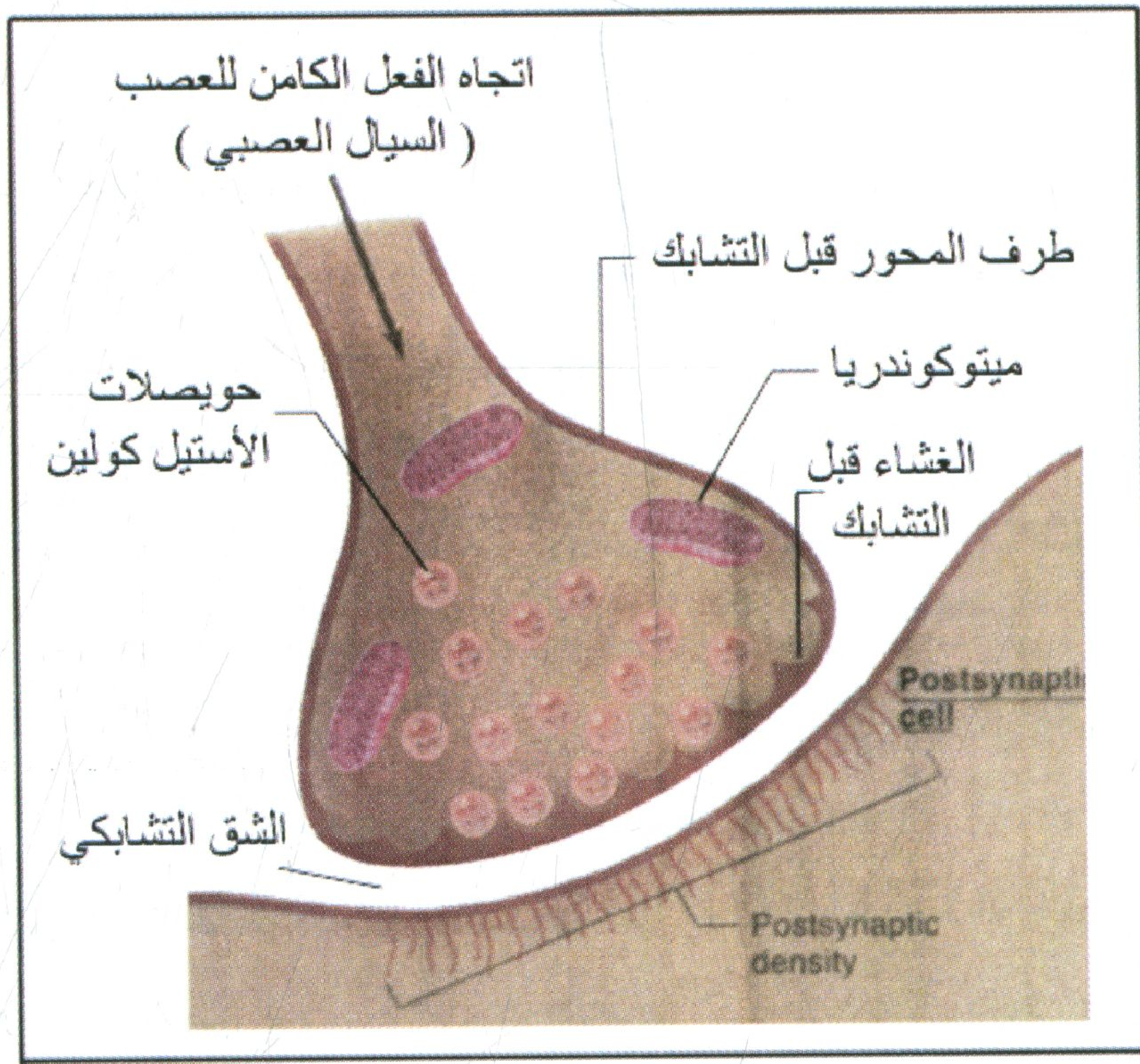
أ) كل العقد العصبية اللاإرادية سواء كانت ودية أو نظير ودية.

ب) نهاية العصب البعد العقدة في العصب النظير الودي .

ج) في لب الغدة الكظرية في العصب قبل العقدة ولكن يفرز في العصب بعد العقدة النورادريالين .

د) العصب الودي المغذي للغدد التعرقية والشرايين المغذية للعضلات الهيكلية .

هـ) عند اتصال الأعصاب بالعضلات neuro muscular junction (الشكل رقم ١٥).



الشكل رقم (١٥). يوضح الصفيحة الانتهائية العصبية العضلية.

تكوين الأستيل كولين Formation of acetyl choline

يتكون الأستيل كولين من اتحاد الأستيل كو أ مع الكولين داخل الحويصلات الإفرازية في نهاية الأعصاب نظير الودية في وجود أنزيم الكولين إستريز.

تكسير الأستيل كولين

يتم بواسطة أنزيم يسمى أستيل كولين إستريز Acetyl choline estrase ويتحول إلى حمض الخليك + كولين

الإفراز

يفرز الأستيل كولين عند النهاية العصبية المحيطية للأعصاب والأماكن السابقة حيث يزداد نفاذية الغشاء المبطن للأعصاب الكالسيوم والذي يدخل إلى داخل العصب يعمل على زيادة حركة الحويصلات التي تحتوي على الأستيل كولين ويفرز الأستيل كولين في العصب قبل العقدة العصبية وينقل إلى مستقبلات الأستيل كولين في العصب بعد العقدة العصبية ويحدث اتصال عصب عضلي للعضلات الهيكلية.

آلية عمل الأستيل كولين Mechanism of action

١- بعد إفراز الأستيل كولين يتحد مع مستقبلات الكولينية " Colinergic receptor الموجودة على الغشاء بعد التشابك وتؤدي إلى زيادة نفاذية غشاء الخلية عنصري الصوديوم والكالسيوم

٢- ويحدث إزالة القطبية " depolarization أي أن الأستيل كولين يمكن أن يعمل تنشيطاً أو تثبيطاً للغشاء بعد التشابك .postsynaptic membrane

وفي الجدول رقم (٥) توضيح لمستقبلات الأستيل كولين "الكولينية" cholinergic receptors :

الجدول رقم (٥). مستقبلات الأستيل كولين "الكولينية" cholinergic receptors.

مستقبلات نيكوتين Nicotinic Receptors	مستقبلات مسكارنية muscarinic Receptors
تعطى نفس تأثير الأستيل كولين عند استعمال جرعة صغيرة من النيكوتين وتوجد في الأماكن التالية: ١- العقد العصبية الإرادية سواء في الجهاز العصبي الودي أو نظير الودي يفرز أستيل كولين. ٢- لب الغدة الكظرية . ٣- الاتصال العضلي العصبي Neuromscular junction. **تأثيرها** ١- سريع و يحدث في وقت قصير ويحبط تأثيرة عند العقد العصبية الإدارية بواسطة جرعة كبيرة من النيكوتين. ٢- يحبط عملها عند الاتصال العصبي العضلي. بواسطة أدوية كورار – سكينل كولين	المسكارين.مادة تستخرج من فطر عيش الغراب السام . Poisonous mushroom، وتعطي نفس تأثير الأستيل كولين في الأماكن الآتية: ١-عند النهاية العصبية للعصب نظير الودي بعد العقد " الأعضاء المتأثرة ". ٢- لعصب الودي بعد العقدة العصبية المغذي للغدد التعرقية –وشرايين العضلات الهيكلية. **تأثيرها** ١- بطيء ويمتد فترة طويلة . ٢- يحبط تأثيره بواسطة استخدام الأتروبين Atropine والأدوية الأخرى التي تمنع تأثير الجهاز نظير الودي

الناقل الكيميائي الأدرينالين " النور أدرينالين"
Adrenergic Transmission

أماكن الأفراز

يفرز النور أدرينالين كناقل كيميائي في كل من الأماكن الآتية:

١- في نهاية العصب الودي بعد العقدة العصبية.

٢- في لب الغدة الكظرية " يفرز النورأدرينالين nore adrenline ويفرز أيضا الأدرينالين نسبه ٢٠-٨٠ ٪.

تكوين النور أدرينالين والأدرينالين synthesis of noradrenaline

يتكون في الهيولي نهايات الأعصاب الودية ويتكون من الحامض الأميني التيروسين (tyrosine).

١- التيروسين التيروسين ———— ◄ ٣,٤ ثنائي الهيدو فينيل ألاننين
tyrosine هيدوكس ليز + ماء ———— ◄ "دوبا" (Dopa)

٢- يتحول الدوبا إلى دوبامين بواسطة نزع مجموعة الكابوكسيل من الدوبا ويتكون الدوبامين.

٣- ينقل الدوبامين إلى داخل الحويصلات في السيتوبلازم.

٤- يتحول الدوبامين إلى النورادر بتالين.

٥- ثم يتحول النورادر بتالين إلى أدرينالين بواسطة إضافة مجموعة المثيل CH3 ويحدث ذلك فقط داخل لب الغدة الكظرية ويتكون الأدرينالين بنسبة ٨٠٪ والنورادريتالين بنسبة ٢٠٪. ويعتبر الدوبامين ، النورأدريتالين ، الأدرينالين من مجموعة الكاتيكولا أمين (catecholamines).

كيفية تكوين هرمونات لب الغدة الكظرية " الكايتكولامين " (catecholamines)

تتكون من الحمض الأمينى التيروسين في لب الغدة الكظرية " وفيها يتحول الحامض الأمينى إلى الدوبا ثم الدوبا أمين ثم النورادرينالين ويتحول ويفرز في صورةالنور أدرينالين بنسبة ٢٠٪ إلى ٨٠٪ أدرينالين ويفرز في الدم ويذهب إلى جميع أجزاء الجسم ليحدث التأثير الودي على الأجهزة الإدارية بالجسم.

الإفراز Release وآلية العمل Mechanism of action

يفرر النورادينالين عند النهاية العصبية الأعصاب الودية نتيجة وصول سيالات عصبية تؤدي إلى زيادة نفاذية الأغشية لكالسيوم والذي يدخل بدوره داخل الخلايا

العصبية ويساعد على إفراز النورادرينالين من الحويصلات التي تحتوي عليه وتخرج النوارأ درينالين ويتحد مع المستقبلات الخاصة بة على الأغشية في الأعضاء التي تغذي بواسطة الأعصاب الودية ويحدث زيادة في نفاذية هذه الأغشية للصوديوم والكالسيوم ويحدث إزالة للقطبية في هذه الأغشية وحدوث تأثير منشط للأعضاء التي تحتوي على هذه المستقبلات أو يزيد النفاذية للبوتاسيوم والكلور ويحدث فرط الأستقطاب ويحدث تثبطاً للأعضاء .

مستقبلات الأدرينالين والنورادرينالين

توجد في الأعضاء التي تغذى بواسطة الجهاز الودي، والجدول رقم (٦) يوضح أقسام هذه المستقبلات:

الجدول رقم (٦). تنقسم إلى مجموعات مستقبلات receptor ألفا ومستقبلات B- receptor البتيا.

(١) مستقبلات ألفا 1 Alpha, receptor	(٢) مستقبلات ألفا 2 Alpha 2 receptor	(١) مستقبلات بيتا Beta 1 receptor	(٢) مستقبلات بيتا 2 B2 receptor
(مثيرة)	(مثبطة)	(مثيرة)	(مثبطة)
توجد في الغشاء بعد التشابك للأعضاء المتأثرة ويحدث تهيج بما يوسع حدق العين انقباض الرحم انقباض محفظة الطحال انقباض الحوصلة المنوية انقباض صمام المثانة والقناة الهضمية	توجد في الغشاء قبل التشابك ويعمل على تنظيم إفراز النور أدرينالين بواسطة feed- back mech. ويوجد في البنكرياس وتؤدي إلى إحباط إفراز الأنسولين	توجد في القلب وتؤدي إلى زيادة ضربات القلب وانقباض القلب وزيادة خصائص العضلة القلبية كلها وزيادة ضغط الدم والناتج القلبي	توجد العضلات الملساء الموجودة في الأمعاء والمثانة — والرحم والقصبة الهوائية. وتحدث بتأثير مثبط لها أي ارتخاء في العضلات الملساء. وحدوث ارتخاء في عضلات الرحم، والمثانة، والأمعاء واتساع في القصبة الهوائية

الفصل الثالث

فيسيولوجيا الأعصاب والعضلات

Nerves- Muscles

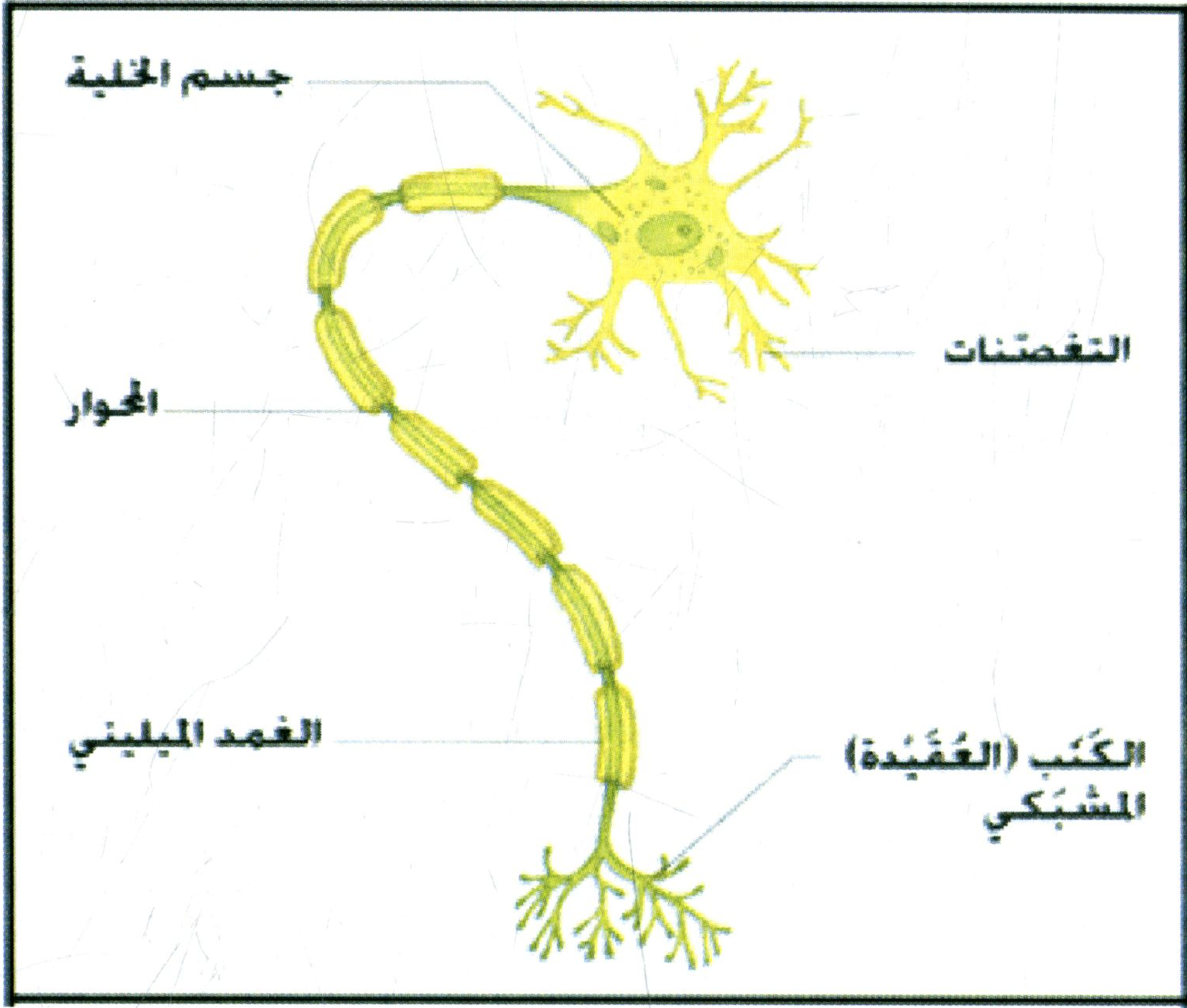
فيسيولوجيا الأعصاب Neuro- physiology

الخلية العصبية والعصب Nerve & Nerve cell

الخلية العصبية (الشكل رقم ١٦): هي وحدة بناء الجهاز العصبي وتتكون من جسم الخلية ويخرج منه تفرعات تسمى التغصنات dendrites والمحور axon وينتهي المحور بالنهاية المشبكية. ويحتوي الجسم على الشبكة الهيولية وأجسام تسمى أجسام نسل Nissel وتصنع فيها البروتينات التي تنتجها الخلايا العصبية كما تحتوي على نواة الخلية.

يمثل المحور ومحاور الخلايا العصبية ما يطلق عليه بالألياف العصبية Nerve Fiber. وهو عبارة عن امتداد من هيولى الخلية ويحتوي على المتقدرات والنبيبات الرفيعة وألياف دقيقة ويترواح طول المحور بين عدة ميكرومترات إلى أكثر من متر في بعض الخلايا العصبية ويتراوح قطره بين 0.1 — 20 ميكرون.

وينتهي المحور بتفرعات تلتصق مع الخلايا العصبية الأخرى من خلال النهايات التشابكية وعندها تفرز المواد الكيميائية الوسيطة " يطلق عليها الوسائط العصبية أو الكيميائية" Neurotransmitter وهي المسؤولة عن نقل السيالات العصبية. ويعتبر المحور هو المسؤولة عن نقل الرسائل العصبية بين أعضاء الجسم والجهاز العصبي المركزي.



الشكل رقم (١٦). الخلية العصبية.

يوجد منتشرا بين الخلايا العصبية نوع آخر من الخلايا تسمى الخلايا الخادمة للخلايا العصبية glial cells أو " الخلايا الدبقية "

أنواع الخلايا الدبقية الموجودة في الجهاز العصبي: الخلايا الدبقية الدقيقة Microglial cells، والخلايا النجمية Astrocytes، والخلايا الدبقية القليلة التغصن Oligodendrocytes، بالإضافة إلى خلايا شوان Schwan Cells وهي التي تحيط بالمحور العصبي للخلية وتعمل هذه الخلايا على تغطية الأعصاب المحيطة وتلتف مكونة الغلاف النخاعين Mylein Sheath ويوجد بداخله مناطق التقاء تسمى عقد رانفير Node of Ranviers .

وظائف الخلايا الدبقية

١- تحافظ على ثبات تركيب الجهاز العصبي وتعتبر دعامات للخلايا العصبية.
٢- تقوم الخلايا الدبقية الدقيقة بالتهام النفايات الضارة وبالتالي تحافظ على سلامة الجهاز العصبي.
٣- الخلايا النجمية ترتبط بعضها ببعض بواسطة الروابط الفسيحة والتي لها نفاذية عالية لعنصر البوتاسيوم ولذلك تحافظ على مستوى عنصر البوتاسيوم في السائل الخلالي.
٤- تعمل خلايا شوان كعازل للمحاور العصبية خارج الجهاز العصبي. وتساعد علي سرعة انتقال السيالات العصبية في الأعصاب الغمدية.

كمون الراحة في الأعصاب

تتميز الخلايا العصبية وغيرها من الخلايا العضلية بوجود كمون عبر أغشية هذه الخلايا حيث يكون سطحها داخل الخلية سالب الشحنة مقارنة بالسطح خارج الخلية ويتراوح الفرق بين صفر إلى ٩٠ ميلى فولت mv٩٠. يمكن قياس هذا الفرق بواسطة توصيل مساري كهربائية دقيقة Microelectrodes بجلفانومتر.

فعند وضع القطبين على السطح الخارجي لغشاء الخلية cell membrane لا يحدث تسجيل لفرق جهد لأن كلاً النقطتين تحملان شحنتين متماثلتين كهربياً Iso-electric ونفس الوضع إذا وضع القطبين على السطح الداخلي لغشاء الخلية.

ولكن يقوم الجهاز بتسجيل فرق جهد إذا تم وضع أحد القطبين خارج غشاء الخلية والآخر داخل السطح الداخلي للخلية . ويحدث تسجيل لفرق الجهد و انحراف لمؤشر الجلفانومتر.

أسباب كمون الراحة

١- توزيع الكهارل "الشوارد" حول غشاء الخلية. يوجد خارج الخلية تركيز عـال من الصوديوم +Na والكلور-Cl ولكن تركيز البوتاسيوم +K أعلى داخل الخلية.

٢- النفاذية الاختبارية لغشاء الخلية Selective Permeability غشاء الخليـة عـالي النفاذية لكل من شوارد البوتاسيوم +K ، الكالسـيوم Ca ++ والكلـور Cl والبيكربونات -Hco3 ولكن أقل نفاذية للصوديوم +Na فشوارد البوتاسيوم يمـر من خلال الغشاء الخلوي حسب تركيزه.

٣- البروتينات داخل الخلية ذات قطر كبير ولا تنفذ من غشاء الخلية وهي سـالبة الشحنة.

٤- مضخة الصوديوم والبوتاسيوم (Sodium - potassium pump) تعمل باسـتمرار على طرد الصوديوم خارج الخلية بدرجة أكبر من درجة جذب البوتاسـيوم . بواسطة استخدام الطاقة.

الفعل الكامن (كمون العمل) Action potential

هو عبارة عن التغيرات الكهربائيـة المؤقتـة الـتي تحـدث في غـشاء الخليـة العصبية نتيجة تنبيه stimulation الخلية بواسـطة منبـه كـاف ومناسـب adequate Stimulus وهنا يتغير فرق الكمون حول غشاء الخلية من-90 ميلـي فولـت إلى حـد قد يصل إلى صفر (الشكل رقم ١٧).

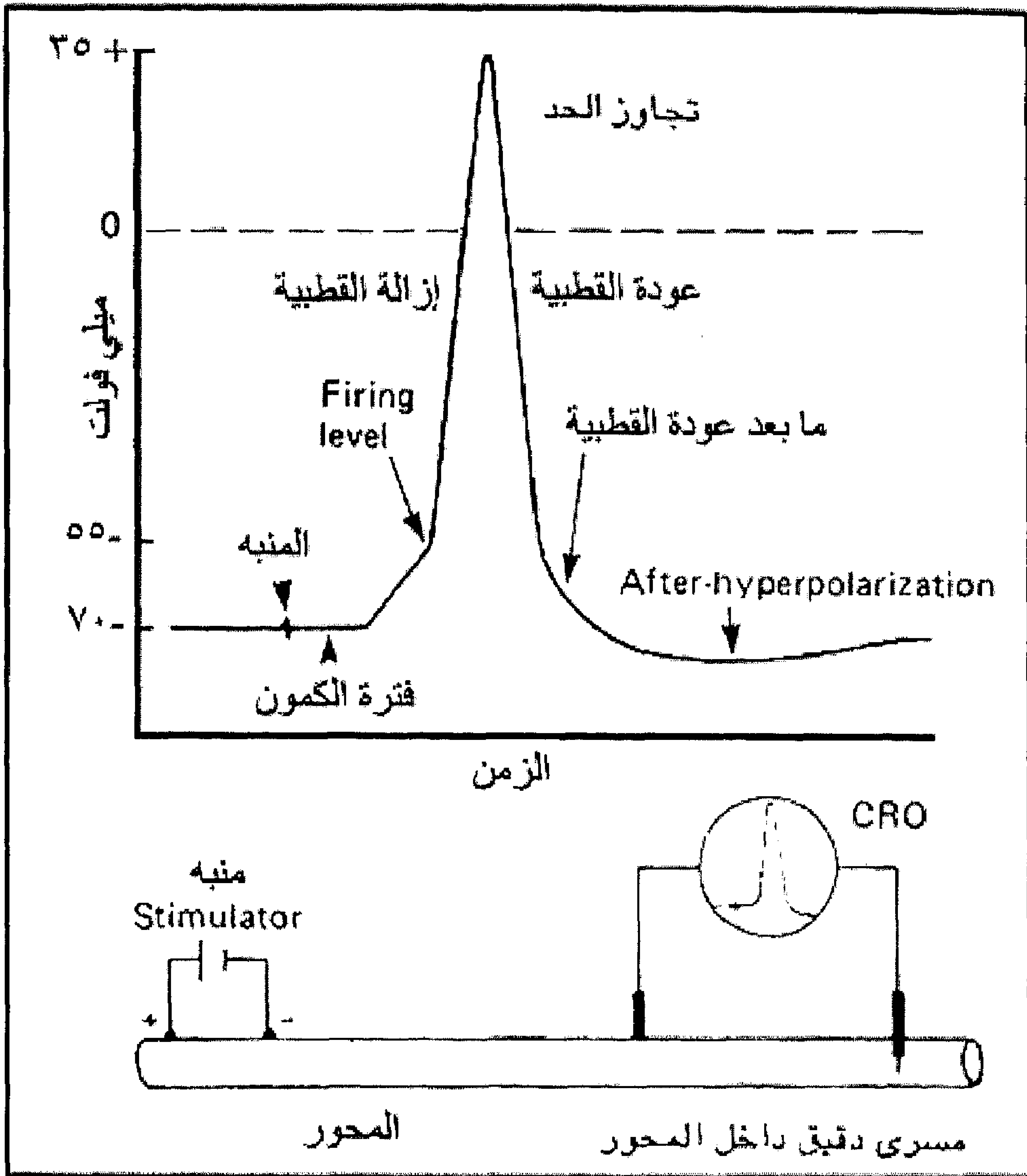
ويحدث نتيجة ذلك زيادة في نفاذية الغشاء الخلوي لعنصر الصوديوم نتيجة فـتح قنوات الصوديوم الموجودة في غشاء الخلية فيندفع الصوديوم (Na-influx) إلى داخل الخلية نتيجة فرق التركيز (Concentration gradient).

ويتكون منحنى الفعل الكامن من ثلاث مراحل هي:

١- مرحلة إزالة الاستقطاب(القطبية) Depolarization.

٢- مرحلة عودة القطبية Repolarization .

٣- مرحلة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Sodium-potassium pump .



الشكل رقم (١٧). منحنى الفعل الكامن.

١ – مرحلة إزالة الأستقطاب(القطبية) Depolarization

تحدث نتيجة دخول الصوديوم (Na+ influx) إلى داخل غشاء الخلية مسبباً نقصاً في الشحنات الموجودة في غشاء الخلية الخارجي وزيادتها داخل الخلية ويحدث انعكاس للقطبية حول غشاء الخلية ويصبح داخل الخلية موجب (+) الشحنة مقارنة مع خارج الخلية فيكون سالب الشحنة (–) ويحدث استجابة "Response".

٢ – مرحلة عودة القطبية Repolarization

تقل نفاذية غشاء الخلية تجاه الصوديوم وفي نفس الوقت يصبح غشاء الخلية نفاذاً لعنصر البوتاسيوم ويقل تركيزه في الداخل (K+ efflux) ويستمر حتى يرجع غشاء الخلية إلى وضعه الأول وتعود القطبية الموجبة إلى غشاء الخلية الخارجي.

٣– مرحلة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Sodium potassium pump

مع نهاية الفعل الكامن . يوجد داخل الخلية تركيز عالٍ من الصوديوم ، خارج الخلية تركيز عالٍ من البوتاسيوم ، فيخرج الصوديوم إلى خارج غشاء الخلية ، ويعود البوتاسيوم إلى داخل غشاء الخلية عودة إلى جهد الراحة.

ويحدث بعد ذلك مرحلة ما بعد الفعل الكامن السالب والفعل الكامن الموجب أثناء ذلك تزداد الاستشارية ويزداد معدل التوصيل ثم تقل في مرحلة ما بعد الكامن الموجب.

أنواع الألياف العصبية TYPES OF NERVE FIBRES

توجد ثلاثة أنواع من الألياف العصبية الأساسية، يوضحها الجدول رقم (٧) التالي:

الجدول رقم (٧). أنواع الألياف العصبية.

	ألياف (أ) A FIBRES	ألياف (ب) B FIBRES	ألياف (ج) C FIBRES
السمك بالميكرون M	3 — 20 ميكرون	1 — 3 ميكرون	أقل من الميكرون
سرعة التوصيل متر /ثانية	5 - 120متر /ثانية	10 - 50متر/ثانية	5 متر/ ثانية
الاستشارية	عالية جداً	متوسطة	قليلة
أمثلة	الأعصاب الجسمية المغلفة بغشاء "الغلاف النخاعي" mylelinated	في أعصاب الجهاز الإرادي قبل دخول العقد العصبية Preganglionic Nerve Fibres	كل الأعصاب عديمة غلاف النخاعين Nonmylelinated سواء جسديه أو لإرادية Somatic or autonomic n.f.

النبضة العصبية Nerve impulse

يحدث فيها مرور للتيار الكهربي من منطقة إلى منطقة على العصب بعد إثارته بواسطة (عتبة المنبه) Threshold stimulus وبعد حدوث تغيرات الفعل الكامن حول غشاء الخلية . وتسمى هذه التغيرات الكهربائية المارة على طول العصب "السيال العصبي أو النبضة العصبية" Nerve impulse.

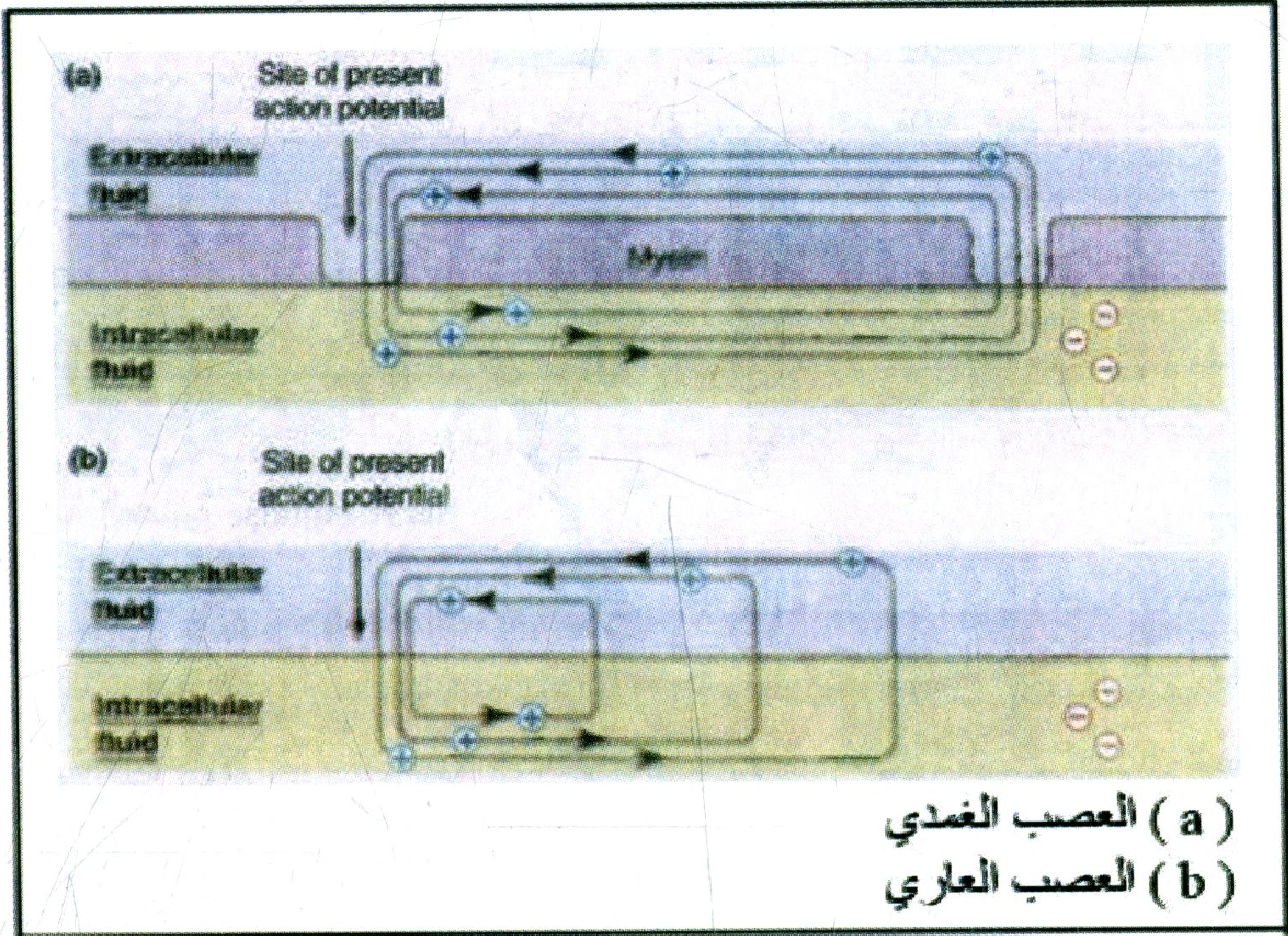
الانتقال عبر الأعصاب المختلفة "سرعة التوصيل" Conduction in Nerves

تختلف سرعة مرور السيالات العصبية عبر الأعصاب حسب قطر العصب أو وجود الغلاف النخاعين المحيط بالعصب Myelin sheath كما في الجدول السابق. فكلما زاد قطر الألياف العصبية زادت سرعة مرور السيالات العصبية (الشكل رقم ١٨).

التوصيل في الأعصاب اللانخاعينية unmylinated nerve fiber

تمر السيالات العصبية محدثة دائرة كهربائية موضعية local circuit تنتقل من مكان إلى المكان المجاور له . حيث المنطقة المزال استقطابها تسمى المنطقة المؤثرة أو الفعالة ومنها

تنعكس الشحنة الكهربية حول غشاء الليف العصبي وتعتبر منطقة منبهه للمنطقة المجاورة لها مسببه إزالة الاستقطاب بها وينتج عن ذلك تيار موضعي يتنقـــل منـــها إلى المنطقـــة المجاورة ويمر السيال العصبي.



الشكل رقم (١٨). الانتقال عبر الأعصاب المختلفة.

التوصيل في الأعصاب النخاعينية أو الغمدية
Myelinated Nerve conduction

يكون التوصيل في الأعصاب المغطاة أو الغمدية أسرع من الأعصاب اللانخاعينية، ويحدث انتقال سريع للسيالات العصبية من عقدة رانفير إلى عقـــدة أخـــرى Node to Node ويسمى التوصيل الوثبي Saltatory conduction . وتعمل خلايا شوان كمادة عازلة وتحتوي أغشية هذه الخلاياعلى نسبة عالية من الدهون الفسفورية تسمي "سفينوميلين " Sphino myelin

قانون الكل أو لا شيء All or Non law

هناك حد أدنى لقدرة المنبه Stimulus على فتح قنوات الصوديوم وبـــدء مـــرور السيال العصبي. ويطلق على أقل منبه قادر على تنبيه العصب وتحرير السيال العصبي (منبه ذو حد العتبة Threshold Stimulus).

وعند وقوع منبه أقل شدة منه لا يحدث تنبيه للعصب ، وأي منبه ذي قدرة أكبر من العتبة لا يحدث تنبيه أكثر من الحادث بواسطة العتبة . حيث إن منبه العتبة يعمل على فتح كل قنوات الصوديوم الموجودة في المكان الذي حدث فيه التنبيه.

من هنا نجد أن الليف العصبي والليف العضلي يستجيبان لأقـــل منبـــه "العتبـــة" ويعطيان أعلى استجابة وأيضا يحدث ذلك في عضلة القلب و تعطي أعلى استجابة أو رد فعل بواسطة المنبه العتبة.

الاستثارية Excitability

نجد أن كل خلايا الأعصاب والعضلات لها القدرة على الإثارة بواسطة أي منبه ذي قدرة على ذلك ولكن فترة انتقال السيالات العصبية نجد أن هناك فترة راحة حـــتى يمكن العصب من الاستجابة لمنبه أخر وأثناء هذه الفترة لا يستجيب العصب لأي منبـــه أخر مهما كانت قوته . وتسمى هذه الفترات فترة الحرون Refractory periods، وتنقسم إلى :

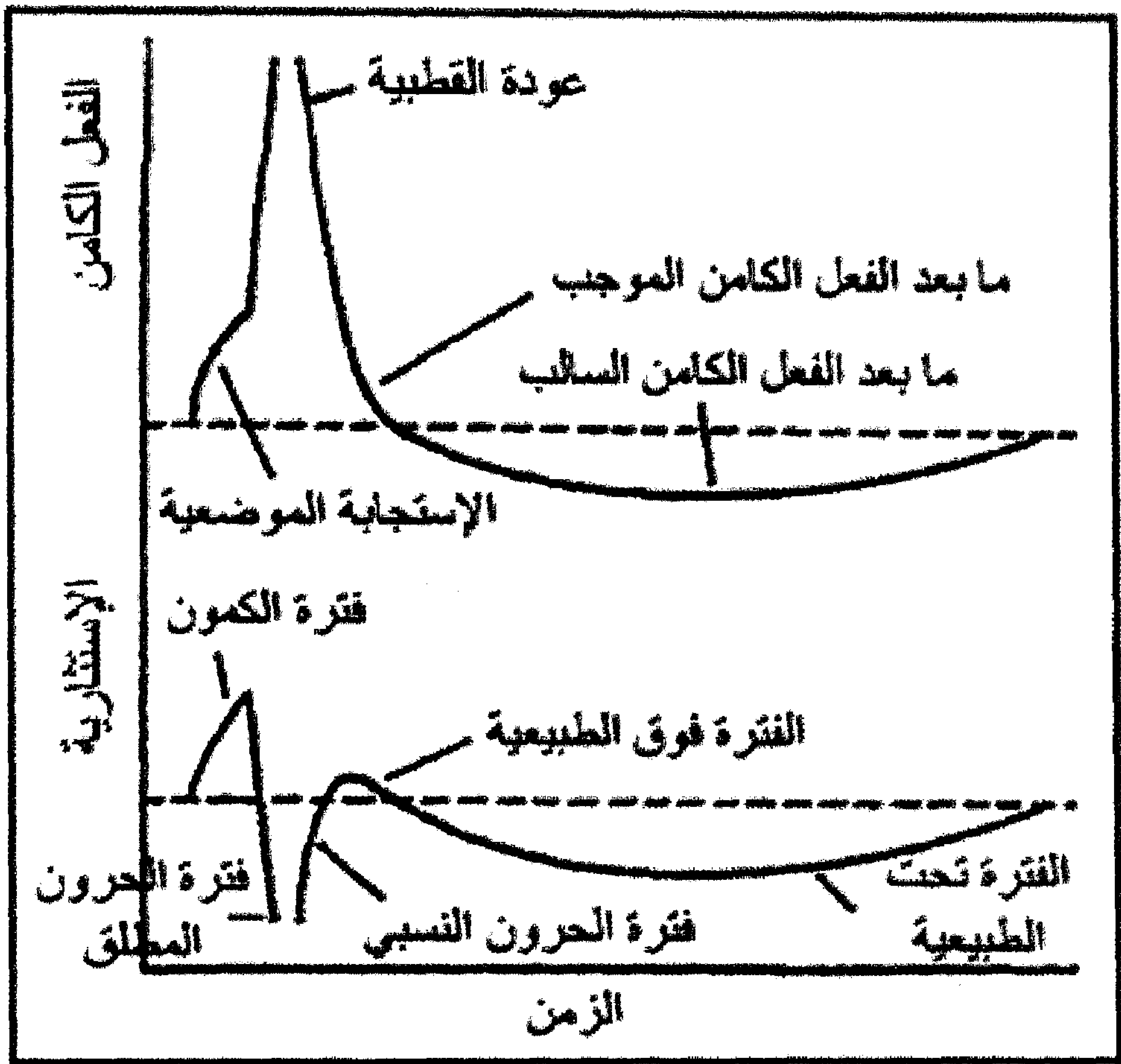
١- فترة الحرون المطلق Absolute Refractory period (A.R.P).

٢- فترة الحرون النسبي Relative Refractory period (R.R.P): في هذه الفترة يمكـــن للعصب أن تستجيب مرة أخرى لمنبه آخر أقوى من المنبه الطبيعي لكي يـــصبح قادراً على فتح بعض قنوات الصوديوم وتمرير سيال عصبي أخر . وتبلغ هذه الفترة 1.2 - 1.4 طول فترة الحرون المطلق وتبدأ فيها عودة القطبية مرة أخرى تـــدريجياً

.Repolarization

٣- فترة الاستجابة الزائدة Supra normal phase تكون الاستشارية أكثر من الطبيعي.

٤- فترة الاستجابة أقل من الطبيعي Subnormal phase تكون الاستشارية فيها أقل من الطبيعي.



الشكل رقم (١٩). الفعل الكامن ومراحل الاستثارية في العصب.

العوامل المؤثرة على سرعة التوصيل في الأعصاب

١- درجة الحرارة Temperature

كلما زادت درجة الحرارة حول الليف العصبي زادت سرعة انتقال السيالات العصبية. **مثال:** عند زيادة درجة الحرارة درجة واحدة مئوية تتضاعف سرعة مرور الإشارات العصبية . ولكن يحدث (حصر عصبي) nerve block عند درجة حرارة صفر مئوي . ويتوقف أيضا مرور السيالات العصبية عند درجة حرارة 50 درجة مئوية وتسمى هذه الحالة (الشلل الحراري) Heat Paralysis.

٢- درجة الأس الهيدروجين PH

في حالة الحموضة acidosis ينخفض معدل مرور السيالات العصبية ولكن في حالة القاعدية (القلاء) Alkalosis يزيد معدل المرور للسيالات العصبية . ولذلك يحدث إغماء (Coma) في حالات الحموضة في مرض البول السكري نتيجة حدوث حموضة بالدم.

٣- نقص الأكسجة Hypoxia

يؤدي نقص الأوكسجين إلى إحباط الاستشارية العصبية ووقف مرور السيالات العصبية.

٤- التروية الدموية Blood supply

انخفاض المدد الدموي يقلل من معدل مرور السيالات العصبية.

٥- الشوارد

مثل الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم كل هذه الشواردات مسؤولة عن حيوية واستمرار مرور السيالات العصبية بمعدل طبيعي. فانخفاض الكالسيوم يزيد من حساسية قنوات الصوديوم Sodium Channels فتفتح لمنبه (أقل من حد العتبة).

ولكن زيادة الصوديوم يحفز عمليه إزالة الاستقطاب بينما زيادة مستوى

البوتاسيوم يزيد من استثارة الأعصاب نتيجة تقليل جهد الفعل أثناء الراحة.

٦- بعض العقاقير

المواد التي تستخدم في التخدير الموضعي أو العام (الأثير، الكحول، والكلورفورم، النوفوكاين) تقلل أو تمنع الاستثارة حيث يعملان على خفض معدل النفاذية للصوديوم.

فيزيولوجيا العضلات Muscle physiology

يوجد في الجسم ثلاثة أنواع من الأنسجة العضلية

١- العضلات الهيكلية "الإرادية" المخططة Skeletal Muscles.

٢- العضلات الملساء "اللاإرادية" Smooth Muscles.

٣- العضلة القلبية "عضلة القلب" Cardiac Muscle.

العضلات الهيكلية Skeletal muscles

تتكون العضلات الهيكلية من ألياف عضلية دقيقة Myofibrils وهي مقسمة إلى ليفات عضلية صغيرة Myofilments (الشكل رقم ٢٠). وهي مكونة من الوحدة العضلية Sarcomere وهي وحدة تكوين العضلة وتتكون من شريط بسيط داكن يسمى شريط (A) (A-band) يخترقه خط فاتح اللون يسمى خط (H) (H-line) ثم شريط فاتح يسمى (I- band) يخترقه خط داكن اللون يسمى خط z (z- line) وتنحصر وحدة تكوين العضلة Sarcomere بين خطين z (z-z).

أنواع البروتين العضلي "الانقباضي"

١- الألياف الرفيعة Thin Filaments (الشكل رقم ٢١)، وتتكون من:

أ) الأكتين Actin.

ب) التربوميوسين Tropomyosin.

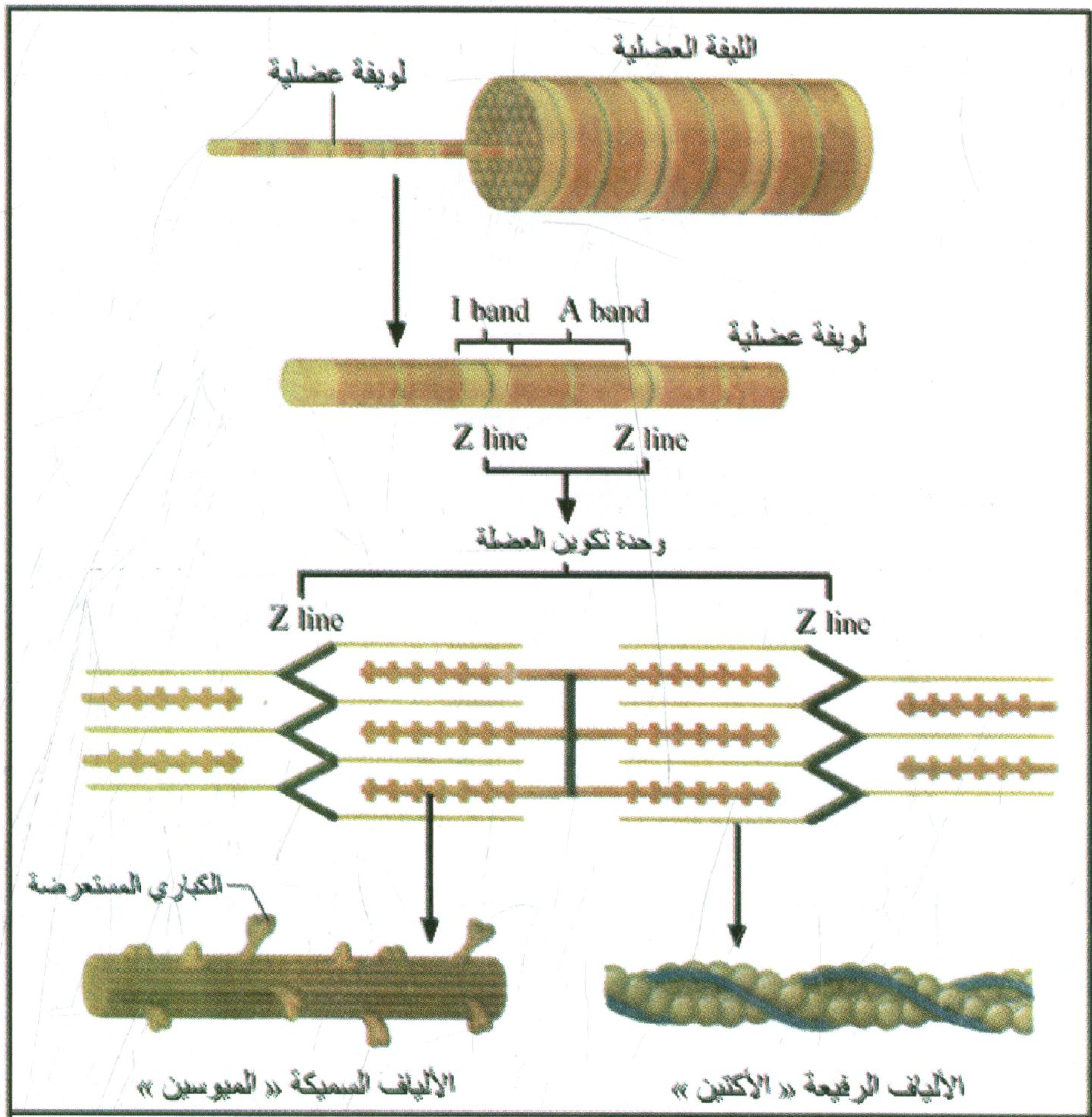
ج) التربونيين Troponin.

٢- الألياف السميكة Thick Filaments (الشكل رقم ٢٢)، وتتكون من:

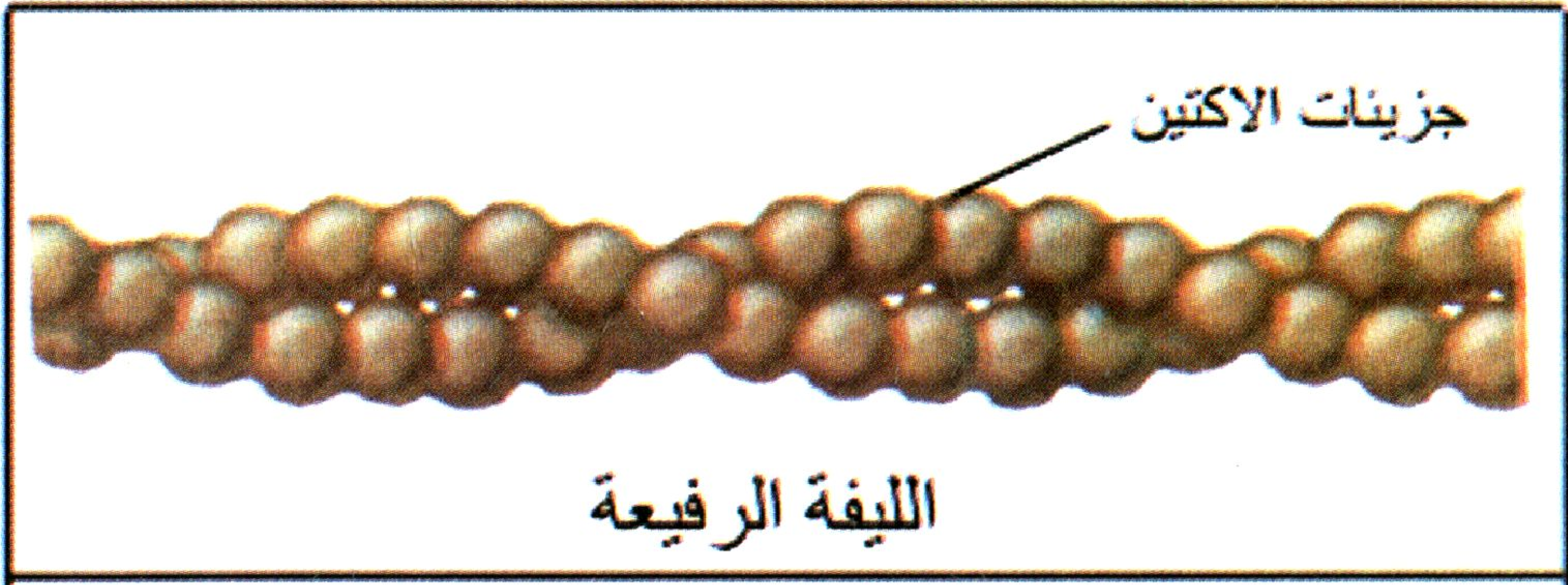
الميوسين Myosin.

أ) الميوسين الثقيل Heavy Meromyosin.

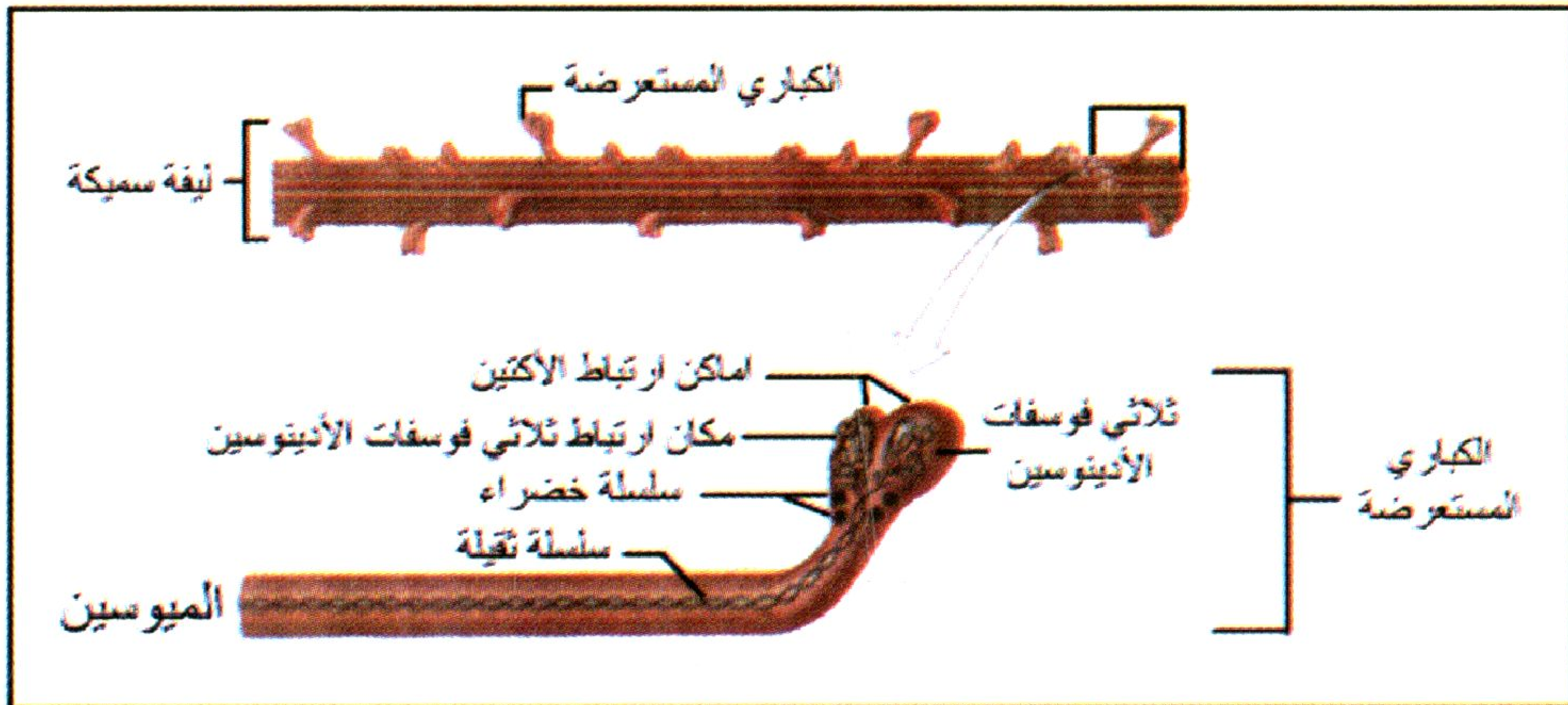
ب) الميوسين الخفيف Light Meromyosin.



الشكل رقم (٢٠). يوضح تركيب العضلات الهيكلية وكذلك أنواع البروتين الانقباضي.



الشكل رقم (٢١). يوضح تركيب الليفة الرفيعة.



الشكل رقم (٢٢). يوضح تركيب الليفة السميكة من الالياف العضلية والكباري المستعرضة وامـاكن اتحاد أو ارتباط الأكتين.

الأكتين Actin

وهو على شكل كروي– ألياف رفيعة ويمثل حوالي 25٪ من بروتين العضلات ويتحول إلى ألياف الأكتين الطولية في وجود شوارد الماغنسيوم ++Mg.

ويوجد حوالي 3000 في الليفة العضلية الواحدة. ويحتوي على أماكن نشطه تلتصق بالكباري المستعرضة التي تخرج من الميوسين.

التربوميوسين Tropomyosin

ألياف على شكل 2 سلسلة من ألفا وبيتا ويتصل بالأكتين في الأماكن النـــشطة ويوجد في كل أنواع العضلات.

التربونين Troponin

يوجد فقط في العضلات الهيكلية ولا يوجد في تكوين العضلات الملساء ويتكون من ثلاثة أنواع هي:

١- تربونين (I) وهو يتصل بخيوط الأكتين ويثبط أنـــزيم ATP-ase ويفـــصل بـــين الأكتين والميوسين.

٢- تربونيين (c) جزء حر يتحد مع شواردات الكالسيوم أثناء عمليـــة الانقبـــاض العضلي ويحمل أربع جزئيات من الكالسيوم.

٣- تربونين (T) هو يلتصق بخيوط التربوميوسن والتربونين C,I.

الميوسين Myosin

ويمثل حوالي 55% من البروتين العضلي وهو عبارة عن الألياف السميكة ويتكون من :

١- الميوسين الثقيل له القدرة على الاتحاد مع الأكتين في وجـــود نـــشاط أنزيمـــي ATP-ase.

٢- الميوسين الخفيف لا يتحد مع الأكتين وليس له القدرة على تنشيط ATP-ase.

ويحاط كل لييف عضلي بغشاء عضلي Sarcolemma ويخترق هذا الغشاء بالعرض مجموعة من النبيبات المستعرضة تسمى T - tubule نبيبات ت وهي تمتد من غشاء الخلية العضلية في كل اتجاه مخترقة الخلية العضلية وتمتلئ هذه النبيبات بالسائل البـــيني وتمتـــد

نبيبات من خلال الخلايا العضلية تمر بين النهايات الشبكية الهيولية .

الوظيفة

تعمل على سرعة وصول السيالات العصبية إلى جميع أجزاء الخلية العضلية.

وظيفة الشبكية الهيولية للخلايا العضلية sarcoplasmic reticulum هي تحتوي على مخزون الكالسيوم الضروري لعملية انقباض العضلات.

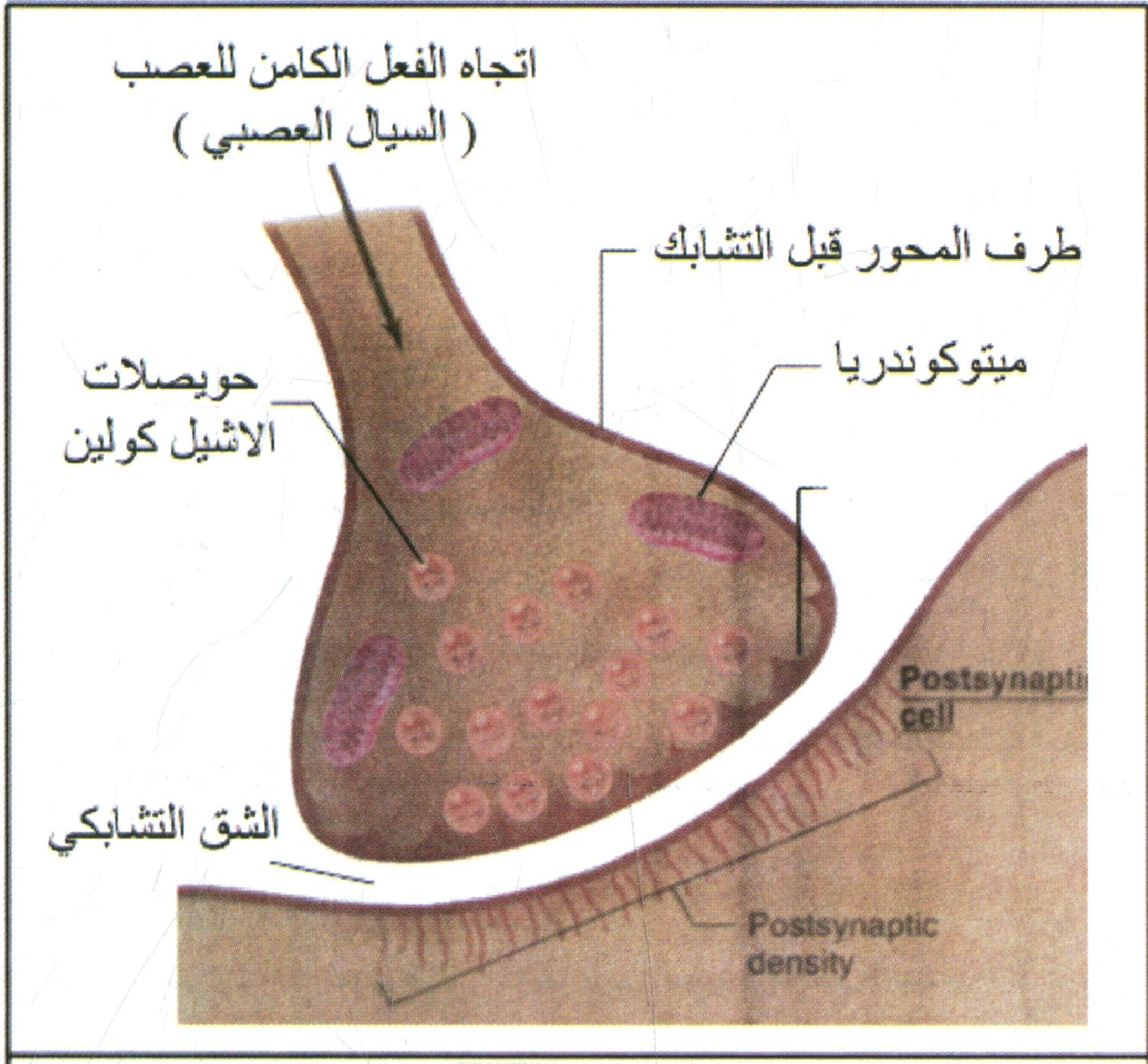
الصفحية الانتهائية المحركة للعضلات

Neuromscular Transmisson Junction or Motor end plate

تتصل الأعصاب المحركة القادمة من الجهاز العصبي المركزي مع العضلات عند مكان يطلق عليه Neuromscular junction أو Motor end plate أو الصفحة الانتهائية المحركة للعضلة وتحتوي في نهاية العصب على حويصلات صغيرة بداخلها يوجد ناقل كيميائي يفرز موضعيا يسمى الأستيل كولين Acetyl choline وتشبه هذه النهاية العصبية شكل القدم (Sole foot) ويوجد حولها شق مشبكي يفرز في داخلة الأستيل كولين الذي يتحد مع مستقبلات النيكوتين .Nicotinic Receptor الموجودة على الغشاء الخلوي للعضلات (الشكل رقم ٢٣).

وعند وصول السيالات العصبة على العصب تفرز مادة الأستيل كولين وتتحد مع المستقبلات الخاصة لها على غشاء الخلية حيث تفتح قنوات الصوديوم نتيجة ذلك وتزداد نفاذية الغشاء للصوديوم ويحدث إزالة للاستقطاب في الخلايا العضلية ويمر السيال العصبي على طول غشاء الخلية ويحدث إفراز الأستيل كولين في وجود شوارد الكالسيوم.

ملحوظة بعد انتقال السيال العصبي من العصب إلى العضلة يتم تكسير الأستيل كولين بواسطة التحلل إلى الأستيتات acetate، كولين choline بواسطة أنزيم الأستيل كولين استيريز Acetyl choline estrase.



الشكل رقم (٢٣). يوضح الصفيحة الانتهائية العصبية العضلية.

خصائص التوصيل في الصفيحة الانتهائية المحركة

١- يقوم شوارد الكالسيوم بالمساعدة على إفراز الأستيل كولين ولكن يحدث شوارد الماغنسيوم العكس.

٢- يمر السيال العصبي فيها من العصب إلى العضلة في اتجاة واحد.

٣- تأخذ العضلة فترة استجابة حوالي 0.5 ميلي ثانية حتى يظهر رد الفعل.

٤- تكرار عملية إثارة العصب يضعف إفراز الأستيل كولين وبالتالي يقلل من انتقال السيالات العصبية.

٥- هناك بعض الأدوية التي تسبب إثارة للتوصيل في الصفحية النهائية المحركة مثل مركبات الميتاكولين Meta cholina والكرباكول Corbacoal البروستجمين Prostigmine.

٦- هناك عقاقير مثبطة للتوصيل في النهايات المحركة للعصب مثل:

أ) كورار Curare.

ب) سكسينل كولين Succinyl choline.

ج) سموم البتيولزم Botulinim toxin.

وكل هذه الأدوية والسموم تسبب ارتخاء العضلات وعدم تحريكها ويسبب سم البتيولزم الموجود في بعض المعلبات Cans الملوثة بالبكتريا اللاهوائية البتوليونيوم حدوث شلل في العضلات الهيكلية مثل : عضلات التنفس وحدوث وفاة بعد ذلك.

الوحدة الحركية Motor unit

هي عدد الألياف العضلية التي يغذيها لييف عصبي. ويختلف عددها حسب وظيفة العضلة . ففي العضلات السريعة التي تحتاج إلى الانقباض والارتخاء بسرعة كبيرة مثل عضلات العين تكون النسبة 1 : 3 ولكن في العضلات البطيئة مثل عضلات الظهر مثلا تكون النسبة 1 : 200

الأساس الجزئي للانقباض

Molecular Base for Muscle contraction

كيفية انقباض العضلات الهيكلية

١- عند وصول السيالات العصبية عند نهاية الطرف العصبي واتصاله بالعضلة يحدث إفراز للأستيل كولين ويتحد الأستيل كولين مع مستقبلات النيكوتين Nicotinic R. على غشاء الخلية العضلية .

٢- تفتح قنوات الصوديوم ويزداد نفاذية الغشاء الخلوي للصوديوم ويحدث إزالـــة لاستقطاب في الخلايا العضلية ويمر سيال عصبي على طول غشاء الخلية العضلية.

٣- ويمر عبر النبيبات إلى داخل الخلية العضلية.

٤- يتحرر الكالسيوم في هيولي الخلايا العضلية.

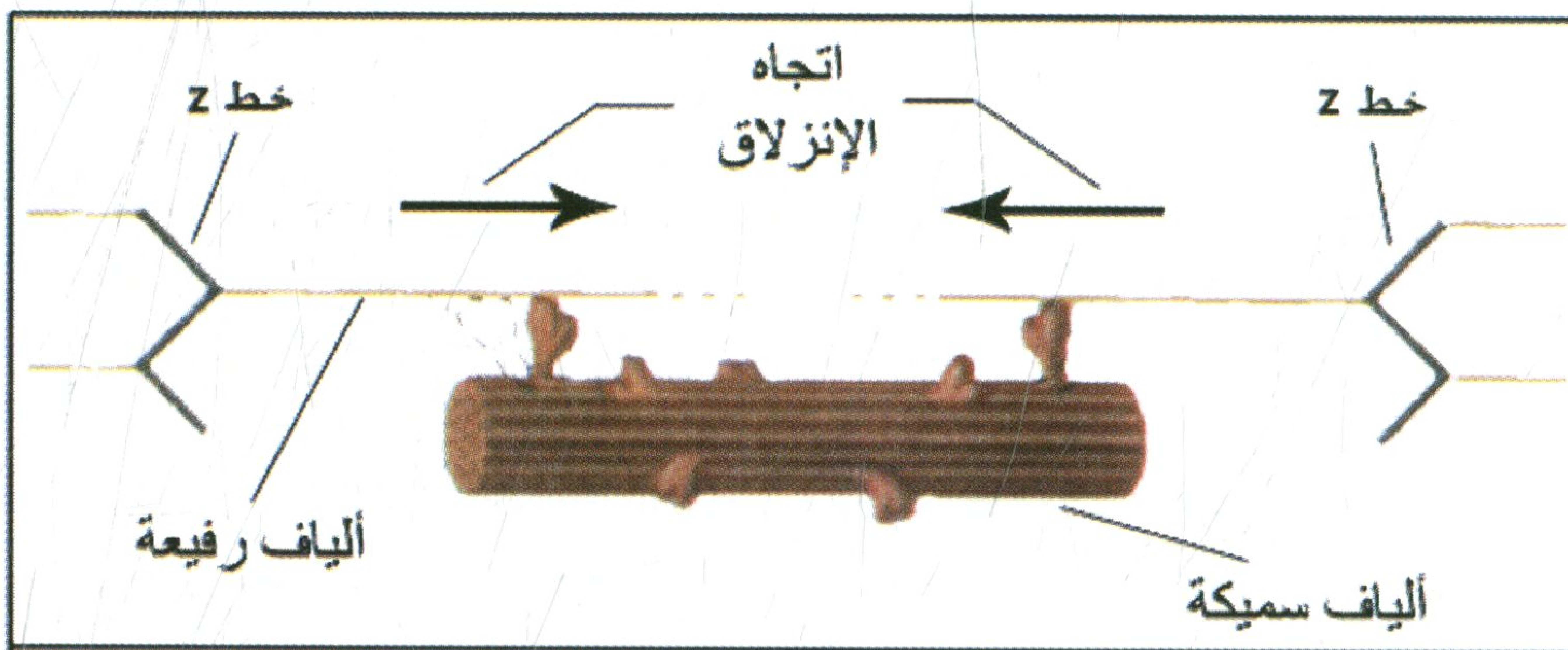
٥- يتحد الكالسيوم مع تروبونين c ‏(Troponin c).

٦- يتحرك التربوميوسين نتيجة التصاق الكالسيوم بالتروبونين كاشفاً معه الأماكن النشطة على الأكتين.

٧- يحدث اتصال الكبارى المستعرضة التي تخرج مـــن الميوســـين مكـــونين معـــا الأكتينوميوسين Actino- myosin ويتزلق الأكتين متحركا على طـــول خيـــوط الميوسين نتيجة اتحاد وانفصال متوالي ومتتابع للكباري المـــستعرضة والأمـــاكن النشطة على طول خيوط الأكـــتين ويحـــدث الانقبـــاض العـــضلي Muscle contraction كما في الشكل رقم (٢٤) حدوث انطلاق للطاقة ------ ADP

pi + --------- ATP

٨- ATP- ase



الشكل رقم (٢٤). يوضح وحدة التركيب العضلي واتجاه انزلاق الألياف العضلية.

كيفية حدوث استرخاء في العضلات

١- لكي يحدث استرخاء في العضلات يحدث ما يسمى مضخة الكالسيوم بواسطة استخدام الطاقة ATP حيث يعود الكالسيوم مرة أخرى إلى داخل الشبكة الهيولية بعد حدوث الانقباض نتيجة انفصال الكالسيوم من التروبونين C.

٢- تعود كريات التربونين إلى وضعها الأول ويغطى جزء التربوميوسين مرة ثانية الأماكن النشطة على الأكتين ويحدث الارتخاء العضلي.

ملحوظة: شواردات الكالسيوم ضرورية لعملية الانقباض وعملية الاسترخاء أيضا في وجود مصادر الطاقة ATP , ATP- ase وانطلاق الطاقة داخل العضلات.

مرحلة الانقباض

١- لاحظ إفراز الكالسيوم من الشبكة الهيولية للخلايا العضلية واتحاد الكالسيوم بالتربونين، التربوميوسين.

٢- انزلاق ألياف الأكتين على رؤوس الميوسين "الألياف السمكية".

مرحلة الاسترخاء

١- دخول وعودة الكالسيوم إلى الشبكة الهيولية للخلايا العضلية.

٢- انفصال الكالسيوم من التربونين — التربوميوسين.

٣- انفصال ألياف الأكتين من رؤوس الميوسين .

٤- حدوث ارتخاء في وجود مصدر الطاقة ATP.

مصادر الطاقة في العضلات

The sourses of Energy to Muscles

تقوم العضلات بتحويل الطاقة الكيميائية (طاقة الغذاء) إلى طاقة حركية، وتحتوي على مصادر طاقة في صورة مركبات عديدة:

أولاً: مركبات الفوسفات Phosphogen compounds

١- أدينوسين ثلاثي الفوسفات(ATP).

٢- مركب الكرياتين فوسفات (phosphocreatine).

١- أدينوسين ثلاثي الفوسفات

هو المصدر الأول والمباشر الذي تخرج منه طاقة حرارية تسبب انقباض العضلات وانزلاق جزئيات الأكتين على الميوسين.

أ) وينتج ATP في المتقدرات Mitochondria في خلايا العضلة عند احتراق (السكريات والدهون والبروتينات).

ب) ينتج عن تحلله خروج كميات هائلة من ا لحرارة والطاقة (E).



ج) ينتج عن فقد ATP في هيولي الخلايا العضلية حدوث:

- توقف مضخة الكالسيوم في الشبكة الهيولية وقلة مستوى الكالسيوم في العضلات واستمرار عملية الانقباض (اتحاد الأكتين مع الميوسين) ويحدث التقلص العضلي أو Cramp .
- حدوث تيبس رمى في العضلات Rigor mortis .

٢- مركب فوسفات الكرياتين (C.P)

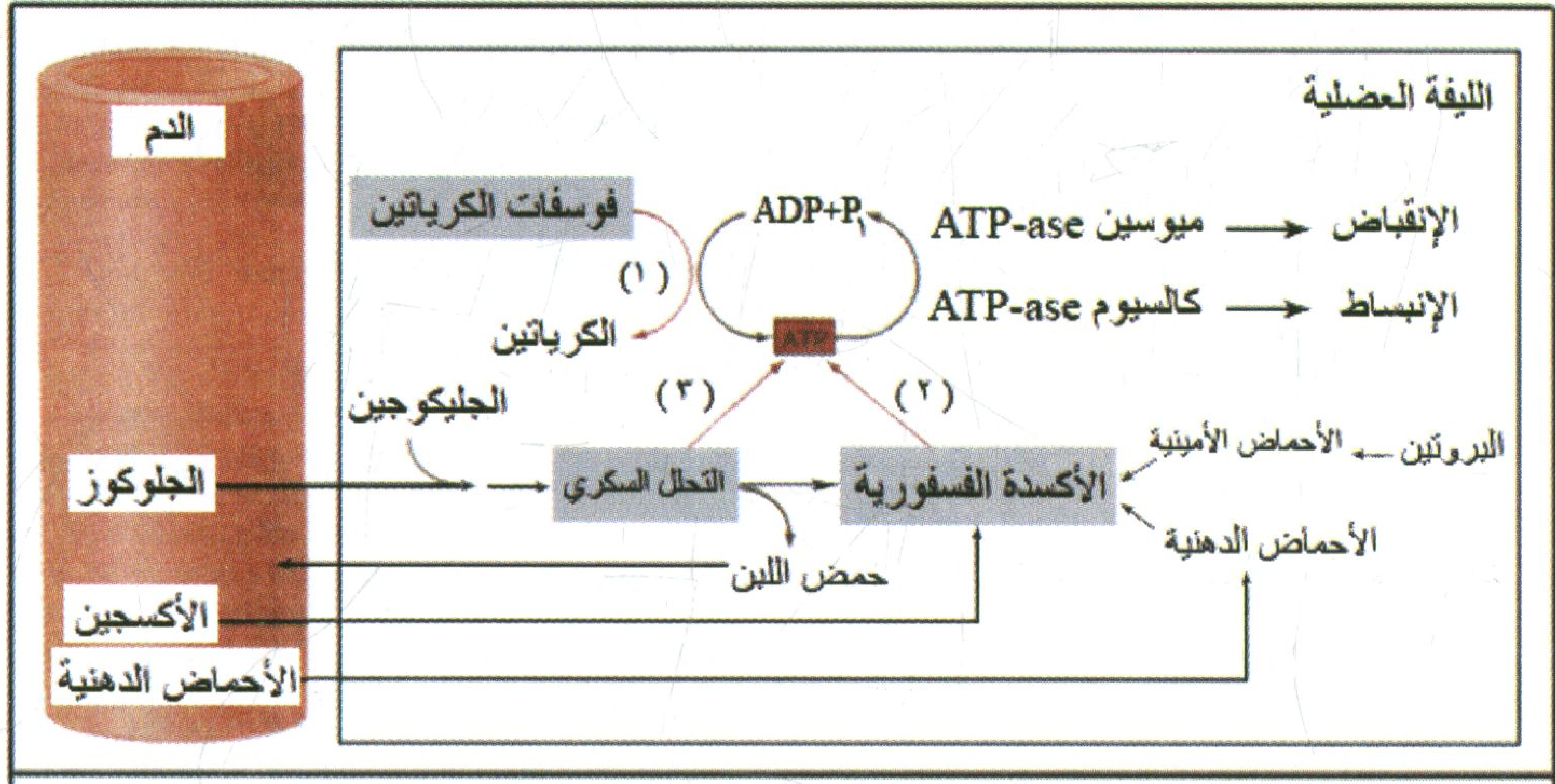
أ) المصدر الثاني للطاقة الذي يعوض ATP المتحلل أولا



ب) يحتوي على كمية من الطاقة أكبر من مركب ATP .

ملحوظة: تكفي كمية مركبات الفوسفات العضوية الموجودة في العضلة للنشاط لفترة قليلة لا تزيد عن ١٠ ثوانٍ ولذلك يجب أن يصل الأوكسجين إلى العضلات حتى

يستمر إنتاج الطاقة واستمرار نشاط العضلة هوائيا.



الشكل رقم (٢٥). يوضح مصادر الطاقة في العضلات.

ثانياً: الكربوهيدرات "الغلوكوز و الغليكوجين"Muscle glycogen- glucose"

١- إعادة تكوين ATP ، مركب الكرياتين الفوسفات تتم عن طريق حرق أو تحلل الجلوكوز glucose

٢- الحرق الكامل لجزيئ الغلوكوز ينتج عنه ثاني أكسيد الكربون. وماء وحوالي 38 جزيئ من ATP .

٣- السكر هو المخزون الرئيس للطاقة في الخلية العضلية حيث يخزن الجلوكوز أثناء الراحة داخل الخلية العضلية ويتحول إلى نشا حيواني " غليكوجين " glycogen ويمثل حوالي ١٪ من وزن العضلة .ويخزن أيضا في الكبد ويمثل حوالي ٥٪ من وزن الكبد حيث يمد الدم بالغلوكوز والذي يمد العضلات بالسكريات.

٤- يتم حرق السكريات على مرحلتين:

أ) مرحلة الحرق اللاهوائي anerobic وفيها تحرق السكريات في غياب

الأكسوجين وينتج عن ذلك ATP2 .

ب) مرحلة الحرق الهوائي aerobic

تحدث في وجود الأكسوجين وينتج عنها كميات كثيرة من الطاقة وتتم هذه المرحلة في المتقدرات Mitochondria من خلال دورة كربس Krebs cycle وتخزن الطاقة في صورة مركبات الفوسفات التي تحوي الطاقة .

ثالثاً: الدهون والبروتين Proteins – Fats

١- حرق الدهون ينتج أكثر من ضعف الطاقة الناتجة عن حرق السكريات أو البروتين.

٢- تمثل الدهون المصدر الرئيس للطاقة أثناء الراحة حيث تندمج الأحماض الدهنية Free fatty acids في الدم في دورة كربس في المتقدرات وينتج الطاقة اللازمة للانقباض العضلي (Kerb's cycle) (mitochondria) كمية الدهون في الجسم كبيرة وتكفي للنشاط العضلي الهوائي لفترة طويلة . أي أن الحرق الهوائي يستهلك الدهون المختزنة في الجسم . في حالة بذل مجهود بدني هوائي نجد أن مصدر الطاقة هي الدهون وجلوكوز الدم

أما المجهود البدني اللا هوائي فيعتمد على حرق الغليكوجين في العضلات وينتج حمض اللبن الذي يسبب التعب العضلي عند تراكمه في العضلات.

أنواع العضلات الهيكلية

Types of skeletal muscles

يبين الجدول رقم (٨). أنواع العضلات الهيكلية، أو أنواع الألياف العضلية:

الجدول رقم (٨). أنواع العضلات الهيكلية، أو أنواع الألياف العضلية.

	الألياف العضلية السريعة Fast skeletal muscles	الألياف العضلية البطيئة Slow skeletal muscles
١- الميوسين ATP-ase.	كمية كبيرة	كمية صغيرة
٢- اللون.	لون الألياف أبيض	لون الألياف أحمر
٣- الخضاب العضلي myogolbin	تحتوي كمية قليلة من خضاب العضلات أو لا تحتوي على خضاب العضلات	تحتوي على كميات كبيرة من خضاب العضلات وهي التي تعطي لها اللون الأحمر
٤- معدل الانقباض ومدته الأنقباض Cont ration rate—	قادر على الانقباض بسرعة عالية وهي قادرة على عمل انقباض محدد وسريع وذي مهارة مثل عضلات مقلة العين، عضلات الأصابع في الإنسان .	قادرة على الانقباض المستمر لمدة طويلة وبطيئة وتوجد عضلات الظهر
٥- مصادر الطاقة اللازمة للانقباض Sources of energy		تعتمد على التحلل اللاهوائي للغلوكوز لإنتاج الطاقة وإنتاج ATP Oxidative phsopholytion الأكسدة الفسفورية لا تحتوي على الكثير من الأوعية الدموية

أنواع الانقباض العضلي

Types of muscle contraction

يبين الجدول رقم (٩). أنواع الانقباض العضلي:

الجدول رقم (٩). أنواع الانقباض العضلي.

نوع الانقباض	الانقباض الأسوي التوتر Isotonic Cont	الانقباض الأسوى المقاس Isometric cont
١- طول العضلة Length of muscle	يتغير طول العضلة حيث يقصر طول العضلة بعد الانقباض عن قبله.	لا يتغير طول العضلة ويظل الطول ثابتاً أثناء الانقباض.
٢- التوتر Tension	التوتر ثابت لا يتغير .	يزداد توتر العضلة أثناء الانقباض وتخرج الطاقة الناتجة في صورة حرارة تبث خارج الجسم بالإشعاع .
٣- الشغل العضلي Mechanical work	تستطيع العضلات أن تؤدي شغل Mechanical work مثل رفع ثقل أو تحريك أحد أعضاء الجسم وفي هذه الحالة تتحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن حرق مكونات الطاقة إلى طاقة ميكانيكية تؤدي إلى حدوث شغل	لا تستطيع العضلات بذل شغل ولا تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكة ويحدث في حالة حفظ توازن وضع الجسم Posture والتوازن ضد الجاذبية الأرضية أو دفع أو حمل ثقل كبير Heavy load

نوع آخر من الانقباض يحدث فيه استطالة لطول الألياف العضلية وعضلة الحجاب الحاجز lengthing حيث يزداد طول العضلات أثناء الانقباض.

التغيرات التي تحدث من الطاقة ودرجة الأس الهيدروجيني في العضلات أثناء الانقباض العضلي

يحدث أثناء الانقباض زيادة في إنتاج الطاقة الحرارية داخل العضلات نتيجة حرق مكونات الطاقة الكيميائية أو الغذاء أثناء عملية الانقباض وخروج الطاقة الحرارية وزيادة درجة حرارة العضلات (Heat):

١- الحرارة الأولى وتحدث قبل حدوث قصر في طول العضلات.

٢- الحرارة الحاثة وتحدث أثناء زيادة التوتر في أثناء الانقباض (activation heat)

الأسوى المقاس.

٣- حرارة الانقباض ثابت التوتر وتحدث أثناء قصر العضلات في (shorten heat) الانقباض ثابت التوتر.

٤- الحرارة الحافظة وتحدث أثناء حدوث التوتر (maintaince heat).

٥- حرارة الانبساط (Relaxation heat).

لا يحدث إنتاج حرارة أثناء انبساط العضلات، ولكن إذا حدث حمل على العضلة فإنه ينتج عنها خروج طاقة حرارية بعد حدوث الانبساط العضلي أو الارتخاء العضلي.

التغيرات في درجة الأس الهيدوجيني أثناء الانقباض PH

١- درجة الأس الهيدوجيني— حامضية نتيجة زيادة الفوسفور المنطلق من ATP وتحوله إلى P+ADP.

٢- درجة الأس الهيدوجيني — قاعدية .

نتيجة تراكم الكرياتين في العضلات Creatine

٣- درجة الأس الهيدوجيني — حامضية مرة أخرى نتيجة تراكم حمض اللبن Lactic acid .

الاحتياطي الأوكسجين Oxygen debt

في حالة الانقباض القوي والسريع للعضلات تضيق الأوعية الدموية التي تغذي العضلات وتقل بالتالي كميات الأوكسجين وتعتمد العضلة على الطاقة نتيجة التحلل اللاهوائي وينتج عنه زيادة كميات حمض البيروفيك ويتحول في غياب الأكسجين في العضلات إلى حمض اللبن Lactic acid الذي يتراكم داخل العضلات ثم ينقل من خلال الدورة الدموية إلى الكبد حيث يتحول هناك إلى ثاني أكسيد الكربون وماء من خلال

دورة كوري (Cori cycle) ولذلك يحتاج الجسم أثناء المجهود البدني كميات كبيرة من الأكسجين لتحويل حمض اللبن إلى جلوكوز مرة أخرى .

ويحتاج الجسم إلى حوالي ٦ مرات مقدار الأوكسجين المستهلك في حالة الراحة عنه في حالة بذل المجهود البدني العنيف، وذلك يزداد معدل التنفس ليمد الجسم بالأوكسجين المستهلك في حالة الراحة عنه في حالة بذل المجهود البدني العنيف ولذلك يزداد معدل التنفس ليمد الجسم بالأوكسجين اللازم للانقباض .

خصائص العضلات الهيكلية

١- الاستثارية Excitability

هي قدرة العضلة على الاستجابة Response لمنبه خارجي بالانقباض وهذه الخاصية ممكن أن تتم دون استثارة العصب المغذى لها من خلال وقوع منبه مناسب على العضلة. وتنقسم إلى:

أ) **فترة الحرون المطلق:** وهي الفترة التي يحدث فيها استقطاب كامل للعضلة depolarization وتنعكس القطبية حول غشاء والخلية العضلية، وهذه الفترة قصيرة جداً 0.005 ثانية وفي هذه الفترة لا تستجيب العضلة لأي منبه أخر مهما كانت شدته وتصبح استثارية العضلة تساوي صفر.

ب) **فترة الحرون النسبي:** في هذه الفترة تبدأ العضلة في استعادة القطبية مرة أخرى وتصبح قادرة على عمل انقباض عضلي إذا وقع عليها منبه قوي وأعلى من العتبه supra threshold stimulation.

٢- الانقباضية Contractility

هي قدرة العضلة على الانقباض في حالة إثارة العضلة بمنبه كافٍ مناسب وتتكون من ثلاث مراحل.

أ) مرحلة الكمون latent period: وهي الفترة التي تقع بين حدوث التنبه العصبي وبدء الانقباض العضلي وتحدث فيها كل العمليات الحيوية حتى حدوث الانقباض وتستغرق 0.04 ثانية .

ب) فترة الانقباض Contraction period: وهي الفترة التي يحدث فيها انزلاق الأكتين على الميوسين ويتغير فيها طول اللييف العضلي.

ج) فترة الاسترخاء Relaxation phase: وهي الفترة التي ينفصل فيها الأكتين عن الميوسين ويعود إلى وضعه الأول وهي أطول قليلا من فترة الانقباض .

قانون الكل أولا شيء All or None Law

هي خاصية لليفة العضلية الواحدة أو الوحدة الحركية motor unit فعندما تثار الليفة العضلية أو الوحدة الحركية تنقبض بأقصى قوة لها عند وقوع منبه ذي حد العتبة على العضلة ولكن استعمال منبه أقوى لا يؤدي إلى زيادة في قوة الانقباض العضلي ويختلف الأمر بالنسبة للعضلة كلها حيث إن استعمال منبه ضعيف يؤدي إلى رد فعل من انقباض ضعيف وزيادة المنبه يزيد من قوة الانقباض نتيجة زيادة عدد الوحدات الحركية التي تستجيب للمنبه .

التعب العضلي Muscle Fatigue

هي نقص تدريجي لقدرة العضلة على الاستجابة لمنبه خارجي بالانقباض.

الأسباب

١- نفاذ مصادر الطاقة في العضلات .

٢- تراكم كميات كبيرة من حمض اللبن في العضلة .

٣- نقص التزود بالدم والأوكسجين .

٤- نفاذ كل كميات الأستيل كولين عند منطقة الالتقاء العصبي العضلي.

الحرارة Effect of heat

تعمل الحرارة العالية حتى 37 درجة مئوية على زيادة سرعة وقوة الانقباض العضلي، ولكن انخفاض الحرارة إلى 10-4 درجات مئوية يؤدي إلى بطء الانقباض العضلي. ويرجع ذلك إلى أن الحرارة تؤدي إلى إسراع جميع العمليات الحيوية داخل العضلة.

ظاهرة الدرج " السلم Stair case Phennomina

إذا تم تنبه العضلة بسلسلة من المنبهات القصوى بصورة متتابعة تحدث زيادة تدريجية في قوة الانقباض إلى أن تصل إلى أقصى قوة له ثم تثبت قوة الانقباض بعد ذلك، ويحدث هذا نتيجة الزيادة التدريجية في معدل ضخ الكالسيوم من الشبكة الهيولية متزامنة مع الزيادة في شدة المنبه إلى أقصى معدل له كذلك تزداد درجة الحرارة تدريجيا نتيجة الانقباضات المتتالية وزيادة الحرارة تهيئ العضلات لعملية الانقباض .

التراكم Summation

يحدث أثناء مرحلة الحرون النسبي للعضلات يمكن أن يؤدي إشارة العضلة إلى حدوث انقباض عضلي فوق الانقباض الأول ويسمى هذا تراكم الانقباض.

التكزز Tetanus

يحدث عندما تثار العضلة بمجموعة من المنبهات المتتابعة بحيث تقع جميعها على منحنى الانقباض، يؤدي ذلك إلى انقباض متواصل يزيد الضغط أثناءها إلى حوالي أربع مرات أكثر من الانقباض الواحد. ويحدث تكزز غير كامل أو تكزز كامل حسب وقوع منبه تحت العتبة.

العضلات الملساء Smooth Muscles

هي عضلات غير مخططه وعضلات لا إرادية Involuntary muscles أي أنها يتحكم فيها الجهاز العصبي اللاإرادي.

خصائص العضلات الملساء

١- عضلات لاإرادية وتستمر في الانقباض في حالة قطع الأعصاب المتصلة بها .
٢- تغذى بواسطة الجهاز العصبي الودي والنظير ودي عصب واحد (محرك) و العصب الآخر (مثبط) .
٣- لا تحتوي على بروتين التروبونين .
٤- الانقباض بها أبطأ من العضلات الهيكلية وتحصل الطاقة من الحرق الهوائي للغلوكوز ولا يحدث فيها حرق لا هوائي .
٥- زيادة نسبة الأكتين عن الميوسين .

أنواع العضلات الملساء
Types of smooth muscles Fibres

يبين الجدول رقم (١٠) أنواع العضلات الملساء.

الجدول رقم (١٠). أنواع العضلات الملساء.

العضلات عديدة الوحدات **Multi unit smooth m**	العضلات الحشوية **Visceral smooth m**
١- تغذى بعصب محرك منفرد سواء كان من الجهاز العصبي الودي أو نظير الودي .	١- تغذي بواسطة 2 عصب واحد نظير ودى (محرك)motor والأخرى ودي (مثبط) inhibitory .
٢- تنقبض عصبياً Neurogenic	٢- تنقبض ذاتياً myogenic ويقوم الجهاز العصبي فقط بتنظيم نشاطها .
٣- توجد في عضلات بؤبؤ العين eye pupil والغشاء الثالث لبعض الحيوانات – والعضلة المحركة لمقلة العين والعضلات المحركة للشعر و في الأوعية الدموية الصغيرة.	٣- توجد في عضلات الرحم – المثانة والجهاز الهضمي – والشعب الهوائية أي في الأحشاء الداخلية. وتنقبض هذه العضلات كوحدة واحدة نتيجة وجود قنوات اتصال Jap junction – تحرك الطعام، وتساعد على الهضم والامتصاص، وتوسيع الشعب، وإخراج البول، والولادة
٤- عضلات بؤبؤ العين – توسع أو تضيق العين.	

آلية انقباض العضلات الملساء Contraction of smooth

١- العضلات اللاإرادية يوجد بها الكثير من قنوات الكالسيوم Ca channels وعدد قليل من قنوات الصوديوم Sod channels .

٢- يقوم الكالسيوم بتنشيط الانقباض العضلي ومصدر الكالسيوم من السائل خارج الخلية وليس الشبكة الهيولية مثل العضلات الهيكلية، وتوجد مضخة الكالسيوم على غشاء الخلايا الخارجي حيث يتم ضخ الكالسيوم ببطء إلى داخل الخلية ولذلك يكون انقباضها وارتخاؤها بطيء مقارنة بالعضلات الهيكلية .

٣- يرتبط الكالسيوم داخل الخلية مع بروتين خاص يسمى كالموديولين calmuodlin وينتج عن ذلك تنشيط أنزيم (ATP-ase) ويحل الكالموديولين محل التروبونين c في العضلات الهيكلية.

الفصل الرابع

الدم وسوائل الجسم
Blood and Body fluids

الدم

هو سائل مركب أحمر اللون يحتوي على مادة الهيموجلوبين Hemoglobin في كريات الدم الحمراء ويدور هذا السائل داخل الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية) والقلب أثناء انقباض عضلة القلب ودفع الدم في جسم الكائن الحي سواء في الإنسان أو الحيوان أو الطيور ويحتوي الدم على عدة أنواع من الخلايا تسمى خلايا الدم أو كريات الدم blood cells تسبح هذه الخلايا في سائل اصفر اللون يسمى بلازما الدم blood plasma.

وظائف الدم العامة

١- يحمل الدم الطعام المهضوم في صورة سكريات أحادية وأحماض أمينيه وأحماض دهنية وكولستيرول وماء وأملاح معدنية وفيتامينات من الأمعاء الدقيقة إلى جميع أنسجة وخلايا الجسم. وبالتالي حمل مصادر الطاقة الكيميائية إلي كل خلايا الجسم وإعطاء الحيوية والنمو للجسم لأداء الوظائف الفسيولوجية لجميع أعضاء الجسم .

٢- تحمل كريات الدم الحمراء الأوكسجين (O_2) من الرئتين أثناء عملية التنفس " الشهيق " inspiration إلى جميع أنسجة وخلايا الجسم ، في صورة أوكس

هيموجلوبين oxy-hemoglobin ومنح الأوكسجين لكل خلايا الجسم لإطلاق الطاقة الحيوية.

وأيضا يحمل الدم ثاني أكسيد الكربون (Co_2) في صورة كاربو أمين هيموجلوبين carbo-aminohemoglobin وبيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم والماء الناتج من عمليات استقلاب الغذاء أو التمثيل الغذائي metabolism إلى الرئتين لكي يتم التخلص منها أثناء عملية التنفس " الزفير "expiration .

٣- يحمل الدم اليوريا وحمض البول ونواتج عمليات استقلاب الغذاء والأملاح المعدنية والماء الزائد عن حاجة الجسم والخلايا لتخرج من الجسم عن طريق الكليتين في صورة بول وأيضا عن طريق الغدد التعرقية الموجودة في الجلد في صورة التعرق وبالتالي الحفاظ علي البيئة الداخلية لخلايا الجسم الأستتباب homostatsis والحفاظ على أعلى معدل لوظائف خلايا جسم الإنسان ووقاية الجسم من الأمراض الاستقلابية.

٤- يحمل الدم الهرمونات Hormones التي تفرزها الغدد الصماء إلى أماكن عملها في الخلايا والأنسجة المستهدفة Target organs وكذلك الأنزيمات enzymes التي تدخل في عمليات استقلاب الغذاء وبالتالي تنظيم وظائف الغدد و أعضاء الجسم المختلفة.

٥- يحافظ الدم على درجة حرارة الجسم body temperature . ثابتة بمساعدة الأجهزة المسؤولة عن تنظيم درجة حرارة الجسم في تحت المهاد (الوطاء) hypothalamus في المخ عن طريق نقل الحرارة من الكبد والعضلات الهيكلية إلى كل خلايا وأنسجة الجسم.

٦- يحافظ الدم أيضا على توازن سوائل الجسم بالخلايا والأنسجة المختلفة.

٧- يقي الدم الجسم من الميكروبات والجراثيم الضارة عن طريق كرات الدم البيضاء وتحتوي أيضا بلازما الدم على أجسام مضادة antibodies " الضد " تكسب

الجسم المناعة والوقاية والحماية ضد الأمراض المختلفة سواء الفيروسية أو البكتيرية Viral and bacterial diseases.

٨- يقي الدم الجسم من أخطار عملية النزيف الدموي bleeding عن طريق تكوين خثرة الدم blood clot ووقف النزيف الدموي من الجروح التي قد تحدث في الجسم .وهذه الوظيفة من وظائف الصفائح الدموية.

خصائص الدم العامة
General properties of blood

أولاً: حجم الدم الكلي blood volume

يمثل حجم الدم الكلي في الإنسان حوالي ٨٪ من وزن الجسم ويبقى حجم الدم ثابتاً بالجسم نتيجة إمداد الدورة الدموية بكميات من الدم المختزن في الكبد والطحال عند نقص حجم الدم . ويمثل حجم الدم حوالي ٥-٦ لتر في إنسان يزن حوالي ٧٠ كيلو جرام.

ويعتبر النزيف الدموي bleeding من أخطر العوامل المؤثرة في حجم الدم حيث تكمن الخطورة في فقد أكثر من ٢٥٪ من حجم الدم بدون تعويض ويؤدي فقد حوالي ٥٠٪ من حجم الدم إلى حدوث الوفاة .

وأهمية نقل الدم من نفس الفصيلة الدموية ونفس عامل ريسس إلى المصاب بالنزيف تؤدي إلي إنقاذ حياته . ويجب تحديد فصلية الدم وعامل ريسس لكل من المتبرع بالدم والمستقبل للدم بواسطة إجراء فحص الفصائل وفحص عامل ريسس وأيضا إجراء اختبار Cross match بين كل من دم المتبرع والمستقبل للدم والتأكد من توافق الدم هذا، وتوجد عوامل تؤثر على حجم الدم، وهي:

١- العوامل الفسيولوجية التي تؤدي إلى زيادة حجم الدم

أ) بعد تناول الطعام يزداد حجم الدم نتيجة زيادة امتصاص السوائل و الطعام المهضوم من الأمعاء الدقيقة إلى الدم .

ب) بعد المجهود العضلي والرياضي نتيجة زيادة نشاط الجهاز العصبي الـسودي وزيادة إفراز هرمون الأدرينالين adrenaline من نخاع الغدة الكظرية "الفـوق كلويـة" adrenal medulla.

ج) أثناء الحمل pregnancy.

د) عند وجود إنسان في الأماكن المرتفعة عن مستوى سطح البحر حيث يقـل معدل ضغط الأوكسجين في الهواء الجوي وبالتالي يحدث تنشيط لخلايا JGA في الكلـى لتفرز هرمون الأرثروبيوتين erythropiotein الذي يحفز نقي العظام لزيادة تكوين خلايـا الدم الحمراء ويظهر هذا التأثير في خلال ٢-٣ أيام. وبالتالي زيادة قدرة الدم على حمل الأوكسجين إلى الخلايا.

٢- العوامل الفسيولوجية التي تؤدي إلى نقص حجم الدم

أ) الصيام عن الطعام.

ب) الوقوف لفترات طويلة وأثناء النوم.

ج) أثناء الدورة الشهرية في الإناث.

٣- العوامل المرضية التي تؤدي إلى زيادة حجم الدم

أ) زيادة عدد كريات الدم الحمراء(احمرار الدم) polycythemia .

ب) سرطان الدم (ابيضاض الدم) leukaemia .

ج) تليف الكبد Liver cirrhosis .

٤- العوامل المرضية التي تؤدي إلى نقص حجم الدم

أ) فقر الدم أو الأنيميا Anemia بأنواعها المختلفة .

ب) النزيف الدموي الحاد والمزمن في حالات أمراض الدم والحوادث.

ج) أثناء العمليات الجراحية.

د) الحروق الكبيرة.

هــ) الجفاف dehydration يؤدي إلى نقص السوائل في الجسم وبالتـــالي نقـــص حجم الدم ويحدث الجفاف نتيجة حدوث الإسهال والقيء المستمر خصوصا في الأطفال مما يسبب ارتفاع نسبة الوفيات في الأطفال في الأعمار الصغيرة.

ثانياً: الأس الهيدروجيني للدم أو البلازما (PH)

إن تحديد PH هو التعبير عن مستوى أو تركيز شوارد الهيـــدروجين في الـــدم والخلايا. هو يعني اللوغاريتم السلبي لتركيز شوارد الهيدروجين أي أن PH =7 للماء هي درجة متعادلة و لكن الدم سائل قلوي ضعيف PH = (7.4 (في الـــدم الـــشرياني) أي أن PH تعادل اللوغاريتم السلبي ل 0.00004. و حوالي (PH = 7.3) في الدم الوريـــدي حيث يقل في الدم الوريدي نتيجة إضافة الأحماض ونواتج عمليات اســـتقلاب الغـــذاء Metabolism أي تزداد حموضة الدم بزيادة الأحماض.

يجب أن يبقى الأس الهيدروجيني للدم ثابتا بواسطة كـــوابح أو دواريء Buffer البيكربونات والفوسفات وبروتين البلازما Plasma proteins . وذلك لكي يظل التوازن الحمضي القلوي للدم والأنسجة المختلفة في حالة فسيولوجية تسمح لخلايا الجسم بأداء الوظائف الطبيعة لها.

إن نقص الأس الهيدروجيني بمعدل وحدة من سبعة إلي ستة يمثل زيادة في شوارد الهيدروجين تعادل عشرة أضعاف.

ثالثاً: درجة اللزوجة Viscosity

الدم سائل لزج وتساوي درجة لزوجته ٤-٦ مرات مثل درجة لزوجة الماء ولكن البلازما تعادل حوالي ١,٦. وتمثل هذه اللزوجة عاملا هاما للحفاظ علي ضغط الدم في

الشرايين وبالتالي وصول الدم إلى الخلايا والأنسجة المختلفة. وترجع لزوجة الدم إلى مستوى بروتين البلازما وخلايا الدم الحمراء .

رابعاً: الكثافة النوعية specific gravity

كثافة الدم النوعية تعادل ١٠٩٠ وهي تعتمد على كمية الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء ومستوى بروتين البلازما.

خامساً: حجم الدم المضغوط أوالهيماتوكريت

Packed cell volume PCV Hematocrit Or value

هو عبارة عن نسبة خلايا الدم الحمراء المكدسة في قاع أنبوبة وينتروب Wintrobe tube في كل ١٠٠سم٣من الدم.

وهي حوالي ٤٠٪ PCV خلايا الدم الحمراء وحوالي ٦٠٪ بلازما الدم ، وتتأثر بنسبة بلازما الدم وبعدد خلايا الدم الحمراء ويمكن قياسها في المعمل " انظر الجزء العملي".

ويزداد معدل PCV٪ بزيادة عدد كريات الدم الحمراء أو بنقص بلازما الدم في حالة الحروق ويقل نتيجة حدوث فقر الدم أو زيادة نقل السوائل إلى الجسم بعد النزيف.

الأهمية الفسيولوجية لتقدير PCV

ترجع الأهمية الفسيولوجية لحجم الدم المضغوط في تشخيص فقر الدم ، ومعرفة حجم الدم الكلي وتشخيص حالات الجفاف في الأطفال ومعرفة مدى استجابة الطفل للعلاج بالمحاليل الفسيولوجية.

سادساً: سرعة ترسيب الدم أو معدل ترسيب كريات الدم الحمراء

Erthyrocytes sedimentation rate (ESR)

تقاس سرعة ترسيب الدم بمقدار طبقة البلازما الواضحة في أنبوبة وسترجرين بالمليمتر /ساعة ويمكن قياسها " انظر الجزء العملي" ، تقدر بحوالي ٨ ملليمتر / ساعة في الذكور، ٤-١٠ ملليمتر الإناث وتزداد سرعة الترسيب في الإناث في حالة الدورة الشهرية إلى حوالي ١٥ ملليمتر وتصل إلى ٣٥ ملليمتر / ساعة أثناء الحمل.

باستخدام أنابيب وسترجرين أو أنابيب سرعة الترسيب وعينات الدم المضاف إليها مانع التخثر (سترات الصوديوم ٣,٨٪) بمعدل ١:٤ يمكن قياس سرعة ترسيب الدم بعد ساعة من سحب الدم بواسطة أنابيب سرعة الترسيب ووضعها في الحامل في وضع رأسي وأخذ القراءة الأولى بعد ساعة بقياس طول عمود البلازما بالمليمتر وأخذ القراءة الثانية بعد ساعتين.

وتستخدم سرعة الترسيب في متابعة الحالات المرضية وليس في تشخيص الأمراض حيث تزداد سرعة الترسيب في عدة حالات مرضية.

العوامل التي تؤدي إلي زيادة سرعة الترسيب للدم

هناك عدة عوامل تؤدي إلى زيادة سرعة الترسيب مثل:

١- نقص عدد كريات الدم الحمراء (الأنيميا بأنواعها المختلفة).

٢- زيادة درجة الحرارة.

٣- الجنس حيث تزيد في الإناث عن الذكور.

٤- الحالات المرضية التي تؤثر على سرعة الترسيب هي (الروماتيزم، الدرن أو السل، فقر الدم الخبيث والأورام).

مكونات الدم

Blood composition

يتكون الدم من خلايا دموية بنسبة ٤٠٪ وهي كريات الدم الحمراء وكريات الدم البيضاء والصفائح الدموية ، بلازما الدم بنسبة ٦٠٪.

أولاً: بلازما الدم Blood Plasma

وهي عبارة عن سائل أصفر اللون يمثل حوالي ٥٥-٦٠٪ من الدم.ويرجع لون البلازما لوجود صبغات الصفراء (البليروبين bilirubin والبليفيردين biliverdin) وتحتوي بلازما الدم على:

١- الماء ٩٠٪.

٢- مواد صلبة ١٠٪: وتنقسم إلى مواد عضوية بنسبة ٩٪ ومواد غير عضوية بنسبة ١٪ وهي "أملاح الصوديوم، البوتاسيوم، والكالسيوم، والفوسفور، والماغنسيوم، وغيرها".

٣- غازات الأوكسجين، وثاني أكسيد الكربون.

المواد العضوية المكونة للدم ٩٪ ويمثل بروتين البلازما منها حوالي ٧٪ وهي الألبيومين albumin وجلوبيولين globulin وفيبرينوجين fibrinogen مولد الفيرين. وحوالي ٢٪ مواد عضوية غير البروتين وتشمل " البولة– حمض البول – الطعام المهضوم، الهرمونات والأنزيمات، الفيتامينات وعوامل تخثر الدم.

بروتين البلازما plasma protein

ويمثل حوالي ٧جم / ١٠٠سم بلازما وتتكون في الكبد أساسا ولكن الجاماجلوبيولين تتكون في الطحال والعقد الليمفاوية.

أنواع بروتينات البلازما plasma proteins

١- الألبيومين Albumin ٣,٥ -٥جم ٪ .

٢- الجلوبيولين Globulin ٢,٥ -٣,٥جم ٪ .

٣- الفيبرينوجين (مولد الفيبرين) Fibrinogen.

أماكن التكوين: تتكون كل بروتينات البلازما في الكبد فيما عدا البروتينات المناعية (جاما جلوبيولين) التي تتكون في الأنسجة الليمفاوية .

وظائف بروتينات البلازما

١- الألبيومين أو الزلال albumin

أ) مسؤول عن الحفاظ على ضغط الدم الغروي مما يؤثر على سرعة دوران الدم.

ب) تعمل على نقل الهرمونات الاستروتيدية (ذات أصل دهني) و البيلي روبن والدهون وبعض المعادن مثل الكالسيوم ، الفسفور.

ج) يلعب دوراً مهما في تنظيم الأس الهيدروجيني للدم.

د) يساهم في نقل ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الرئتين.

هـ) نقص الألبيومين في حالات أمراض الكبد مثل " تليف الكبد " أو حالات الفشل الكلوي يؤدي إلي نقص نسبة الألبيومين في الدم وبالتالي نقص في الضغط الأسموزي الذي يعقبه خلل في توازن السوائل بين الدم والأنسجة يؤدي إلى زيادة في مستوى السوائل في الأنسجة نتيجة الخلل في تبادل السوائل بين الدم والأنسجة ويحدث ما يطلق عليه أوديما" odema أو الخزب".

٢- الجلوبيولين globulin

يتكون من ثلاث أنواع هي ألفا ، بيتا ، جاما ، جلوبيولين. وظائف a , B:

أ) الالتصاق بالهرمونات والمساعدة على نقلها في الدم بصورة ذائبة خصوصا هرمونات الغدة الدرقية و الكظرية و الغدد التناسلية.

ب) يحمل الجلوبلين الحديد والنحاس وبعض الدهون.

ج) يمثل الجاما جلوبيولين أجسام الضد في "المناعة الدوارة " التي يكونها الجهاز المناعي للدفاع عن الجسم ضد الميكروبات والجراثيم".

وهناك أربعة أنواع من الجلوبيولين:

أ) الكينينوجين Kininogen: هو نوع من ألفا وهو مصدر مادة منشطة تسمى kallidin الكاليدين، البرادي كنين braydkinin وهي مواد موسعة للشرايين والشعيرات الدموية vasodilator.

ب) الأنجيوتنسينوجين Angiotensinogen: من نوع (a 2) هو مسؤول عن الحفاظ على ضغط الدم الشرياني ABP ثابتاً والذي يتحول إلى الأنجيوتنسين I بواسطة أنزيم الرنين الذي يفرز من الكلي تحت تأثير انخفاض ضغط الدم. الذي يتحول إلى أنجيوتنسين II بواسطة أنزيمات محولة تفرز من الرئتين converting enzymes يسبب الأنجيوتنسين Angiotensin II. زيادة في ضغط الدم نتيجة حدوث ضيق في الشرايين. كما يعمل على تحفيز إفراز هرمون الألدوستيرون Aldosterone H. من قشرة الغدة الكظرية. ويعمل هرمون الألدوستيرون علي إعادة امتصاص الماء وأملاح الصوديوم من الكلى وبالتالي زيادة حجم بلازما الدم وحجم الدم وإعادة ضغط الدم إلى مستواه الطبيعي.

ج) البلازمينوجين Plasminogen: يتحول إلى بلازمين نشط يقوم بتحليل الخثرة fibrinolysis بعد تكونها وبالتالي يمنع تكون الجلطات داخل الأوعية الدموية.

د) الجهاز المتمم Complement system: يساعد على إتمام عملية المناعة وهذه العناصر يتم تنشيطها بالتتابع وتعمل على مساعدة الجهاز المناعي في مقاومة الجراثيم.

وهي ١١ بروتين تسمى C1 - C9 , B , D.

وظائف أخرى لبروتينات البلازما

١- حفظ درجة لزوجة الدم الطبيعية وبالتالي تساعد على حفظ معدل ضغط الدم ثابت.

٢- يتحول بروتين البلازما أثناء الجوع إلى بروتين الأنسجة.

الحالات التي تؤدي إلى نقص بروتين البلازما

١- يحدث انخفاض في بروتين البلازما نتيجة الإزالة الجزئية للكبد.

٢- أمراض الكبد مثل تليف الكبد، وتسمم الكبد.

٣- أمراض الكلى حيث يفرز البروتين في حالة الفشل الكلوي وخاصة الألبيومين في البول مما يؤدي إلى نقص مستواها في الدم.

ثانياً: خلايا الدم Blood Cells

وتتكون خلايا الدم من كريات الدم الحمراء RBCs وكريات الدم البيضاء WBCs والصفائح الدموية Thrombocytes أو Blood Platelets.

١- كريات الدم الحمراء "Erythrocytes "RBCs

أ) **الشكل والتركيب:** وهي عبارة عن كريات على شكل أقراص مقعرة الوجهين وغير متحركة ولا تحتوي على نواة عندما تكون ناضجة في كل الثدييات ومنها الإنسان ولكنها تأخذ الشكل البيضوي في الجمال وفي الطيور يكون شكلها بيضوياً وتحتوي على نواة كبيرة.

في الإنسان يصل قطر كريات الدم الحمراء حوالي ٧ ميكرون ويصل معدل حجم الخلية الواحدة MCV حوالي ٩٠ فمتومول ويزداد هذا الحجم في حالات نقص فيتامين

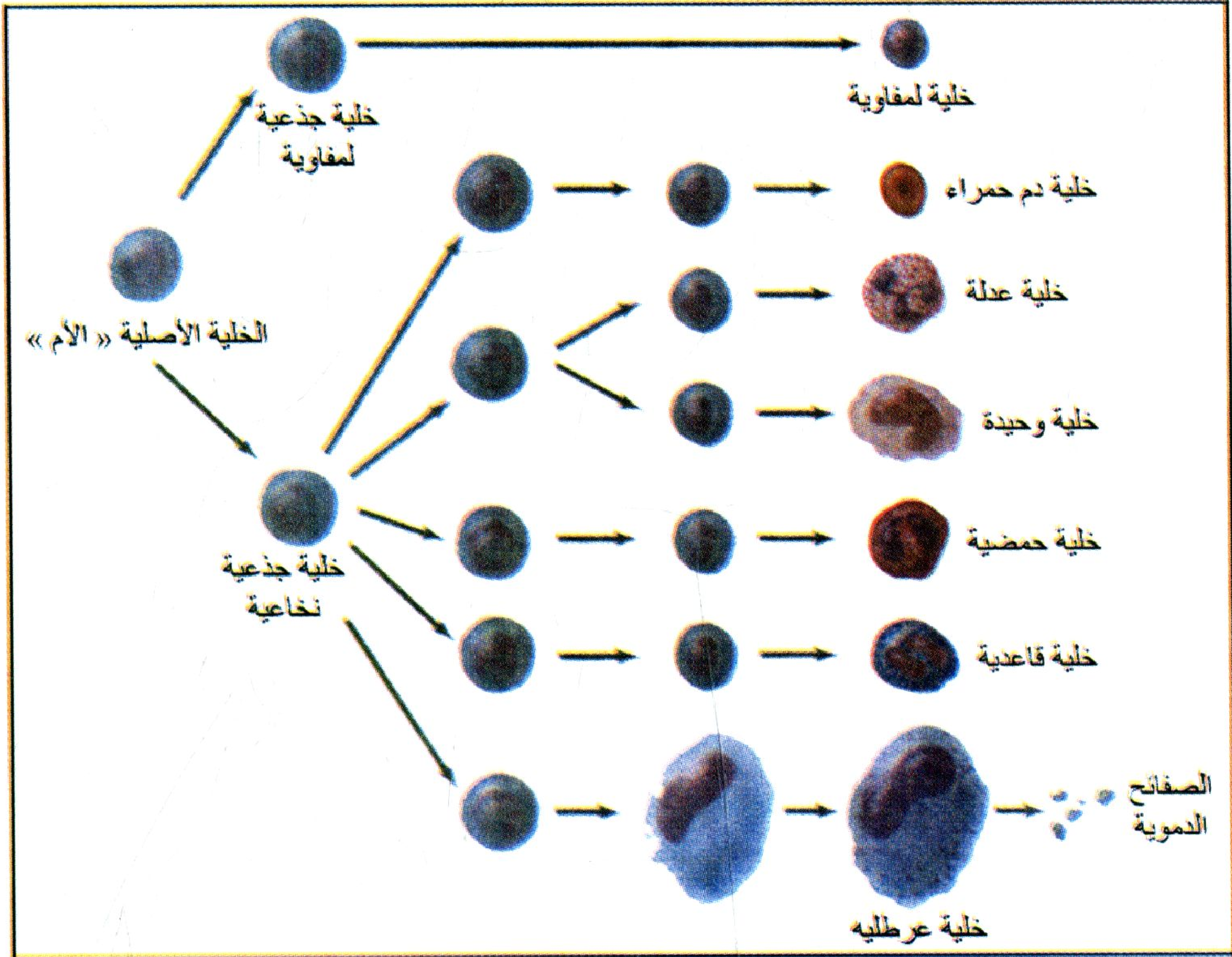
ب ١٢ وحدوث الأنيميا الخبيثة ويقل في حالات نقص عنصري الحديد والنحـــاس أو أنيميا سوء التغذية.

وتتكون هذه الخلايا من غشاء شبه نفاذ membrane semipermeable ذي مرونة معينة تساعد الخلايا على تغير شكلها أثناء تأدية وظائفها داخل شبكة الشعيرات الدموية وأيضا يساعد هذا الغشاء على حفظ محتويات الكريات وتحتوي كريات الدم الحمـــراء على نسبة ٦٥٪ ماء والباقي مواد صلبة وأهمها الهيموجلوبين وبعض الأمـــلاح المعدنيـــة وأهمها شوارد البوتاسيوم وبعض الأنزيمات أهمهـــا الكربونيـــك الأنهيـــدريز carbonic anhydrase.

ب) أماكن تكوين كريات الدم الحمراء في جسم الإنسان: تتكون كريات الدم الحمراء في نخاع العظم الأحمر Red bone marrow في الأطفال في كل نخاع العظم ولكن في البالغين يتحول جزء من نخاع العظم في ساق العظام الطويلة إلى النخاع الأصفر حيث لا ينتج كريات الدم وفي هذه الحالة ينتج فقط في النخاع الأحمر للعظام المفلطحة مثـــل الجمجمة والفقرات وعظمة اللوح ونهايات العظام الطويلة فقـــط، والـــضلوع، (انظـــر الشكل رقم ٢٦).

ج) فترة حياة كريات الدم الحمراء: يقدر عمر كريات الدم بحولي ١٢٠ يومـــاً في الإنسان حيث يتم تكسيرها في الدم وبعد ذلك تزال بواسطة الخلايا الشبكية البطانية الموجودة بالكبد والطحال ونخاع العظم والغدد الليمفاوية وينتج عنها صبغات الـــصفراء مثل بيلي روبن bilirubin بليفردين Biliverdin حيث تفرز بواسطة الكبـــد في العـــصارة الصفراوية . التي تفرز بدورها في الاثني عشر بالأمعاء الدقيقة وتعطي لون البراز ولـــون

البول بعد إعادة امتصاصها من الأمعاء إلى الدم وإفرازها في البول. حيث تكمن أهميتـــها الأكلينيكية في تقدير وظائف الكبد.



الشكل رقم (٢٦). يوضح تكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء في نخاع العظم.

د) العوامل الفسيولوجية التي تؤثر على عدد كريات الدم الحمراء

- **عوامل تؤدي إلى زيادة عدد كريات الدم الحمراء**

- نقص الأكسجين نتيجة لانخفاض الضغط الجوي في الأماكن العاليـــة جدا مثل الجبال المرتفعة ، حيث يفرز هرمون ارثروبيوتين ويخرج من الكلى وينشط نخاع العظم ويزداد إنتاج كريات الدم الحمراء .

- زيادة إفراز هرمون الادرينالين أثناء التوتر والانفعال والذي يفرز من لب الكظرية يؤدي إلى زيادة عدد الكريات الحمراء وتدافعها من الطحال من الدم المخزون.
- التمارين الرياضية تنشط أيضا إفراز هرمون الأدرينالين.
- يزداد عدد كريات الدم الحمراء عند الجنين حيث تعتبر مصدراً للحديد في الطفل بعد الولادة لتعويض نقص الحديد في لبن الأم.

• **عوامل تؤدي إلى نقص عدد كريات الدم الحمراء**

- أثناء النوم ينخفض العدد.
- التعرض للبرد.
- زيادة العمر حيث يكون العدد أكبر في الأطفال عن البالغين.
- في الإناث حيث يقل عدد كريات الدم عن الذكور.

هـ) وظائف كريات الدم الحمراء Functions of RBCs

• وظائف غشاء الخلية وهو غشاء مرن ويساعد الخلية أو الكريه الدم على تغيير شكلها أثناء مرورها من خلال الشعيرات الدموية أثناء تأدية وظائفها.

• يحافظ غشاء الخلية على مكونات كريات الدم من الاختلاط بمحتويات الدم ويحفظ بداخلها الهيموجلوبين ، البوتاسيوم وإنزيم كربونيك الأنهيديرز carbonic anhydrase.

• الغشاء مقعر الوجهين وهذا يعطي مساحة أكبر لسطح الكريه حيث تساعد على تبادل الغازات (CO_2 & O_2).

• وظائف المحتويات : يقوم الهيموجلوبين Hemoglobin بحمل الأكسجين من الهواء الموجود بالرئتين ليكون أكسي هيموجلوبين حيث تحدث له عملية أكسجة

" تبقي الحديد في صورة حديدوز Ferrous حيث يمد الأنسجة المختلفة بالأكسجين اللازم لإطلاق الطاقة أثناء عملية استقلاب الغذاء.

- يساعد إنزيم كربونيك الأنهيديرز في حمل ثاني أكسيد الكربون وتكوين حامض الكربونيك وبالتالي نقل ثاني أكسيد الكربون الناتج من عملية استقلاب الغذاء إلى الرئتين.
- يقدر الهيموجلوبين في دم الرجل بحوالي ١٤-١٦جم/١٠٠ملليمتر دم بينما في المرأة يقدر بحوالي ١٣-١٤جم/١٠٠ملليمتر دم.

و) العوامل التي تؤثر على تكوين كريات الدم الحمراء

- الهرمون المكون للكريات الحمراء أو هرمون الأرثروبيوتين:
  - يفرز هذا الهرمون نتيجة نقص الأوكسجين.
  - يفرز من خلايا مسنجايل وتوجد في الجهاز المجاور للكبيبة في الكلي JGA . ويفرز من خلايا كوبفر في الكبد.
  - يؤدي هذا الهرمون إلى زيادة عدد كريات الدم الحمراء نتيجة تنشيط عملية انشطار الخلايا الأم " الخلايا الجذعيه Stem cells " في نخاع العظم الأحمر Red Bone marrow.
- هرمونات أخرى تعمل على تنشيط العمليات الاستقلابية في الجسم:
  - هرمون الذكورة " التستوسترون Testosterone " . ويفرز من الخصية في الذكور.
  - هرمونات الغدة الدرقية Thyroid Hormones . وتفرز من الغدة الدرقية الموجودة في الرقبة فوق القصبة الهوائية وأسفل الحنجرة.
  - هرمون الكورتيزول ويفرز من قشرة الكظر للغدة الكظرية التي توجد فوق الكلي.

- هرمون النمو يفرز من الغدة النخامية.

(ملاحظات هامة): هرمون الأنوثة Estrogen الاستروجين يعمل على تقليل امتصاص الحديد من القناة الهضمية وبالتالي نقص في معدل تكوين كريات الدم الحمراء ويلاحظ أن عدد كريات الدم الحمراء في الذكور أكثر من الإناث.

ز) العوامل الغذائية

- **البروتينات proteins** لابد أن يحتوي الغذاء على الأحماض الأمينية الضرورية وغير الضرورية وتوجد في اللبن والبيض واللحم والسمك وفول الصويا.
- **المعادن Minerals** وتشمل الحديد والنحاس والكوبالت:

- **الحديد Iron:** يدخل الحديد في تكوين الخضاب أو الهيموجلوبين Hb يوجد الحديد في أغذية متنوعة سواء كانت ذات مصدر نباتي أو حيواني يمكن للإنسان الاستفادة منها إضافة إلى الأغذية التي تحتوي على الحديد
- **النحاس Cu:** يدخل النحاس كأحد العوامل المساعدة علي تكوين الخضاب Hb يعمل النحاس بالمساعدة على وضع جزيئ الحديد داخل جزيئ الخضاب المساعدة في الأنزيمات Enzyme الضرورية لتكوين الهيموجلوبين.
- **الكوبالت Co:** الكوبالت ويمثل حوالي ٤٪ من تركيب فيتامين ب ١٢ أو Vit.B12 هو هام جداً لانقسام حمض RNA وأيضا انشطار الخلايا الأم " الخلايا الجذعية " من نخاع العظم الأحمر ، إنتاج خلايا ناضجة mature RBC .

- **الفيتامينات Vitamins**

- **فيتامين (ج) (Ascorbic Acid (Vitamin C**: يعمل على توفير الحموضة اللازمة لامتصاص الحديد من الاثنى عشر أو العفج وبالتالي يسهل عملية امتصاص الحديد.
- **حمض الفوليك Folic acid**: هو أحد أنواع فيتامين ب المركب ويساعد على إنضاج كريات الدم الحمراء.
- **فيتامين ب١٢ أو Vitamin B12 "Extrinsic factor"**: يسمى أيضا العامل الخارجي. وهو من أهم الفيتامينات الخاصة بتكوين كريات الدم الحمراء، ويحتاج هذا الفيتامين عوامل داخلية تفرز من خلايا جدار المعدة وتسمى Intrinsic Factor وهي عبارة عن مادة بروتينية سكرية وتفرز تحت تأثير حمض هيدروكلوريك HCL من المعدة، ويمتص من اللفائفي ويخزن في الكبد لحين الحاجة إليه، كما يعمل على إنضاج خلايا الدم الحمراء وخروجها في صورة كاملة النضج من نخاع العظم الأحمر. ونقص فيتامين ب١٢ ينتج عنه خروج خلايا الدم في صورة خلايا غير ناضجة ولا تستطيع هذة الخلايا حمل الأوكسجين وتحدث الأنيميا الخبيثة، يمكن علاج هذة الحالة بإعطاء المريض فيتامينات ب١٢ ، حمض الفوليك عن طريق الفم أو بالحقن في حالات قرح المعدة ونقص العامل الداخلي اللازم للامتصاص فيتامين ب١٢.

(**ملاحظات هامة**): ١- نقص العامل الداخلي Intrinsic F من جدار المعدة في حالة قرح المعدة. ٢- نقص HCL من المعدة. ٣- نقص ب١٢ أو Vitamin B12 يؤدي إلى حدوث أنيميا خبيثة.

ح) الخضاب أو الهيموجلوبين Hemoglobin

يمثل الخضاب حوالي ٣٤٪ من حجم كرات الدم الحمراء ويتكون الخضاب داخل كريات الدم الحمراء هو مكون من أربع مجموعات من الهيم Heme المتحد مع الجلوبين.

- **عملية التكوين**

- يتكون من أربع حلقات من البيرول 4 pyrrole rings .
- يتحد البروتوبورفيرين مع الحديد Fe^{++} مكوناً مجموعة الهيم Heme .
- يتحد الهيم مع سلسلة عديدة الببتيدات ويعطي سلسلة من الهيموجلوبين أ أو ب.
- ويتكون الهيموجلوبين " الخضاب" من سلسلتين من أ و سلسلتين من ب .

ويتكون جزيء الهيموجلوبين أو الخضاب داخل كرات الدم الحمراء في نخاع العظم الأحمر بالعظام الطويلة " نهاية العظمة " والعظام المفلطحة " مثل : عظم اللوح – الفقرات وعظام الحوض والجمجمة .

- **وظائف الهيموجلوبين أو الخضاب**

- من المعروف أن كل جزيء من الهيموجلوبين أو الخضاب يستطيع أن يحمل أربعة جزئيات من الأوكسجين وأن كل واحد جرام من الخضاب يتحد مع 1.37 مل من O_2 الأوكسجين. وكل ١٠٠/ملي (100.ml) من الدم تستطيع أن تحمل أو تتحد مع ٢٠ (20.ml) من الأوكسجين (O_2) حيث أن كل ١٠٠ ملي من الدم تحتوي على حوالي ١٤-١٥ جرام من الخضاب. ج- ويحمل الخضاب الأوكسجين ويتحول إلى خطاب مؤكسج و ليس مؤكسد حيث إن الأكسدة الفعلية أو الحقيقية للخضاب تؤدي إلى حدوث خضاب

يسمى ميت هيموجلوبين (Met-Hb) وفيه يكون عنصر الحديد في صورة (حديديك Fe^{+++}) وليس (حديدوز) (Fe^{++}) . يحدث ذلك نتيجة تعرض الدم والخضاب إلى عوامل مؤكسدة مثل النترات والنيكوتن و الكلورات وغيرها من المواد المؤكسدة للحديد. وفي الجدول رقم (١١) مقارنة بين خضاب كرات الدم الحمراء وخضاب العضلات.

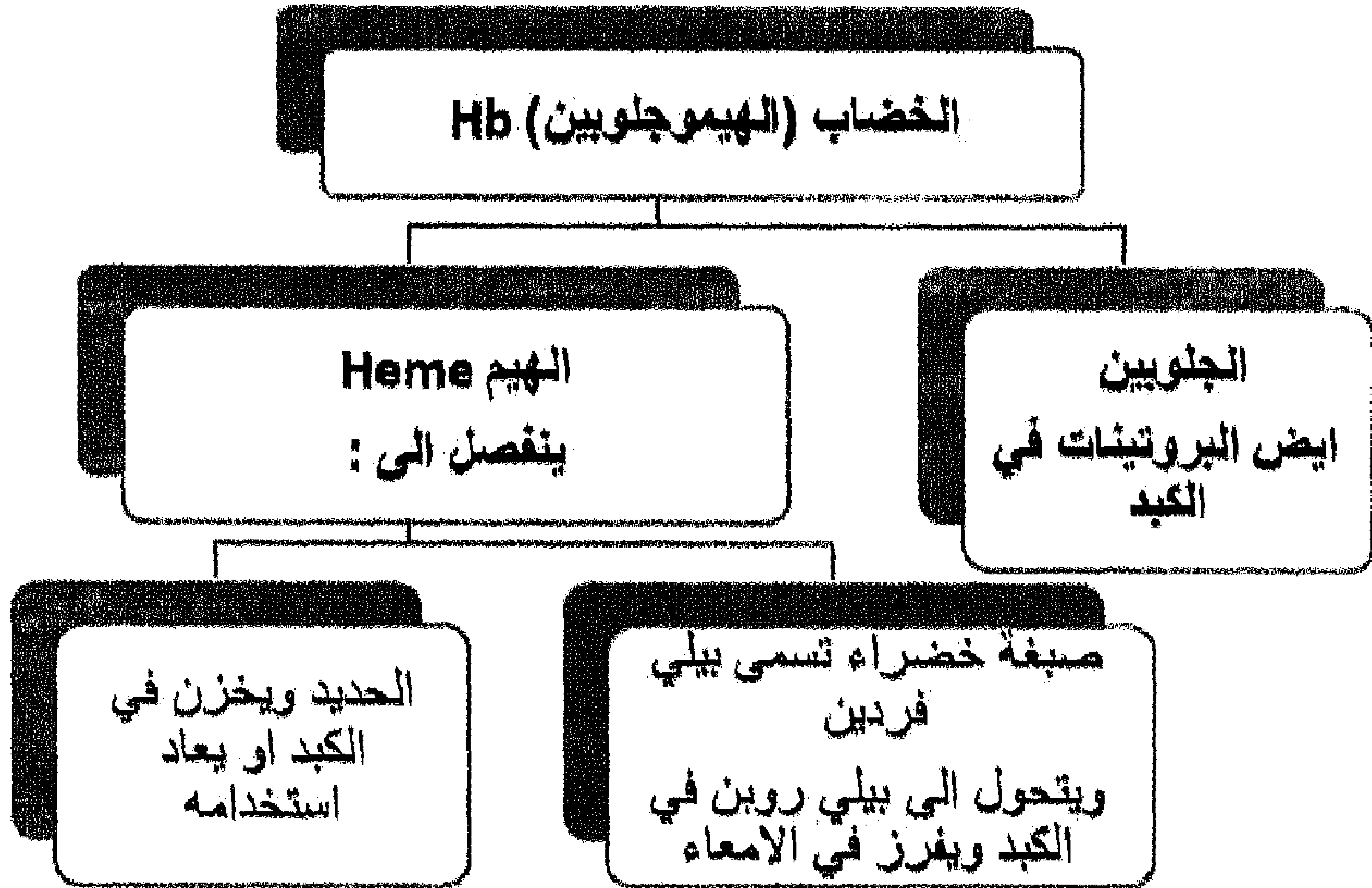
الجدول رقم (١١). مقارنة بين خضاب كرات الدم الحمراء وخضاب العضلات.

هيموجلوبين خضاب كريات الدم الحمراء **Hemoglobin**	خضاب العضلات **Myoglobin**
١- يوجد داخل كريات الدم الحمراء فقط	يوجد في العضلات المخططة الحمراء منها
٢- يتكون من ٤ سلاسل عديدة الببتيدات مرتبطة مع الهيم .	٢- يتكون سلسلة واحدة عديدة الببتيدات مع الهيم.
٣- يحمل الأوكسجين في صورة أوكس هيموجلوبين إلى جميع أنسجة الجسم	يحمل الأوكسجين فقط للعضلات ويعتبر مخزناً للأوكسجين في العضلات فقط.

- **تحلل الخضاب Fate of Hb**

- بعد انتهاء عمر خلايا الدم الحمراء بعد حوالي ١٢٠ يوماً يتم تكسر وتحلل الخضاب Hb بواسطة الجهاز الشبكي RES (مثل الطحال) (spleen)
- يفرز البيلي روبن بواسطة الكبد في الاثني عشر في الأمعاء الدقيقة. ويحدث أكسدة للبيلي روبن بفعل البكتريا في الأمعاء إلى يوربلنيوجين الذي يمتص إلي الدم ويفرز من الكلي مع البول ويعطي لون

البول.ويحدث أيضا أكسدة لليوربيلنوجين أو (استركوبيلين) في الأمعاء و يعطي لون البراز، انظر الشكل رقم (٢٧).



الشكل رقم (٢٧). يمثل تحلل الخضاب (الهيموجلوبين) وتكوين صبغات الصفراء في الكبد.

- **أشكال مرضية من الخضاب Abnormal forms of hemoglobin**

– **ميت هيموجلوبين Met hemoglobin**: يحدث نتيجة تحول الحديد في جزيء الخضاب من صورة الحديدوز " طبيعي " إلى صورة الحديديك بواسطة العوامل المؤكسدة ويتكون خضاب مؤكسد نتيجة التعرض إلى النترات Nitrates، في هذه الحالة يفقد الخضاب القدرة على حمل أو نقل الأوكسجين.

– **كاربوكسي هيموجلوبين Carboxy Hb**: يحدث نتيجة اتحاد الخضاب مع (Co) أول أكسيد الكربون وهذا اتحاد قوي وغير قابل للتفكك.

نلاحظ أن قدرة اتحاد Co مع الهيموجلوبين Hb تزيد عن قدرة اتحاده مع O2 بنسبة ٢٠٠مرة. وهذا يؤدي إلى عدم وصول الأوكسجين إلي خلايا الجسم ويحدث نقص التأكسج الأنيمي Anemic hypoxia و تحول لون المصاب إلى الأحمر القاني وتحدث الوفاة .

- **كبريتات الخضاب Suph-Hb**: نتيجة اتحاد Hb مع غاز ثاني أكسيد الكبريت المتكون داخل الأمعاء:
- **الأنيميا المنجلية–** Sickel Cell anemia: المتحد مع O2 غير قابل للذوبان في الماء . ويتحول شكله وتأخذ الخلايا شكل المنجل وتصبح سهلة التحلل وتؤدي إلى الوفاة في حالة الإصابة به ولكن حامل المرض لا يتأثر كثيراً

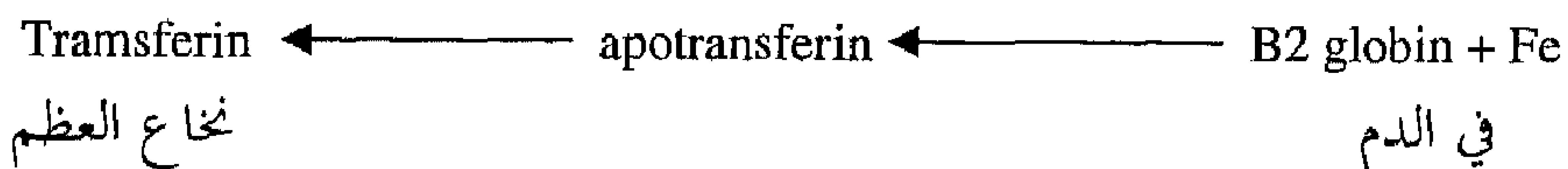
ط) استقلاب الحديد Iron metabolism

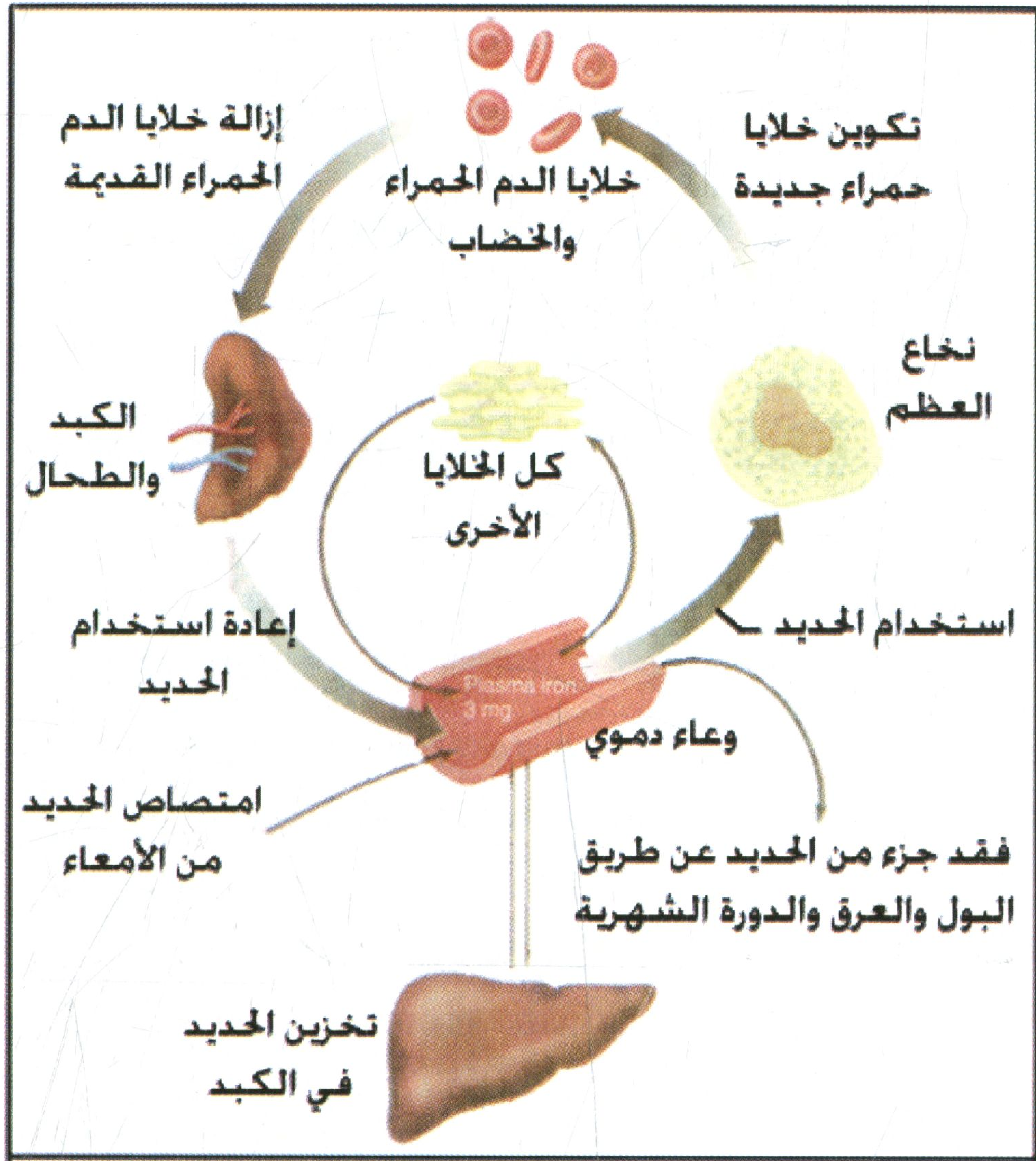
- يوجد عنصر الحديد في أنسجة الحيوان كلها تقريباً فيما عدا اللبن الذي ينقص فيه عنصر الحديد.
- يمتص الحديد من الجزء العلوي " العفج" من القناة الهضمية.

يساعد حمض المعدة أو Hcl على امتصاص الحديد وأيضا Vit.C



- يتحد الحديدوز Fe مع Apofertin في القناة الهضمية " الخلايا المبطنة للأمعاء".
- ويتحول إلى Feritin وتخزن في هذه الصورة في خلايا الأمعاء (الشكل رقم (٢٨).





الشكل رقم (٢٨). يوضح كيفية امتصاص وأيض الحديد في الجسم.

ي) الأنيميا Anemia

- نقص في عدد كريات الدم الحمراء أو نقص في محتواها من Hb أو كليهما معاً.

- ينتج عنها قلة معدل انتقال O_2 من الدم إلى الأنسجة بالتـالي نقـص الكفاءة ، عدم قدرة الإنسان على بذل مجهود بدني.

- **أنواع الأنيميا**

- أنيميا نتيجة فقد الدم haemorrhagic anemia تحت في حالة التريـف والحوادث.
- إنيميا تحلل كريات الدم الحمراء:
  - الأمراض التي تصيب كريات الدم الحمـراء . مثـال طفيـل الملاريا.
  - مواد كيميائية تسبب تحلل كرات الدم الحمراء. الرصاص.
  - زيادة هشاشية كرات الدم الحمراء.
- أنيميا عجز نخاع العظام عن إنتاج الدم.

- **Nutritional Anaemia**

- أنيميا غذائية تنتج عن نقص البروتين والحديـد والنحـاس في غـذاء الإنسان وتسمى أيضا microcytic Anaemia لصغر حجـم كريـات الدم. hypochromic يقل حجم الهيموجلوبين أو الخـضاب في هـذا النوع يقل معدل معاملات الدم وتصبح أقل من الطبيعي.

- **Pernicious Anaemia**

- أنيميا خبيثة تحدث نتيجة نقص فيتـامين ب١٢ vit.B12 في الغـذاء ولكن نقص عنصر الكوبلت يؤدي إلى ظهور أعراض الأنيميا. وأيضا نقص حمض الفوليك و يصاحب نقصه وجود أعراض عصبية علـى

الإنسان نتيجة تآكل في أعصاب الحبل الشوكي. من خصائص الأنيميا الخبيثة يحدث فيها زيادة في MCV- MCH- MCHC.

- **أعراض الأنيميا symptoms of Anaemia**

- اللون شاحب والأنسجة المخاطية شاحبة.
- الشعر جاف وخشن
- زيادة عدد ضربات القلب وزيادة معدل التنفس لمحاولة توصيل أكبر كمية من O2 إلى الأنسجة.
- نقص معدل النمو في الأطفال.
- انخفاض معدل إنتاج الإنسان والتعب من أقل مجهود

ثالثاً: خلايا الدم البيضاء white blood cells

خلايا أو كريات الدم البيضاء هي النوع الثاني من خلايا الدم وهي المسؤولة عن الدفاع عن الجسم ضد البكتريا والفيروسات، وأنواع خلايا الدم البيضاء (انظر الشكل رقم ٢٩، والجدول رقم ١٢، ورقم ١٣):

١- خلايا حبيبية Granulocytes

أ) خلايا عدلة Neutrophils.

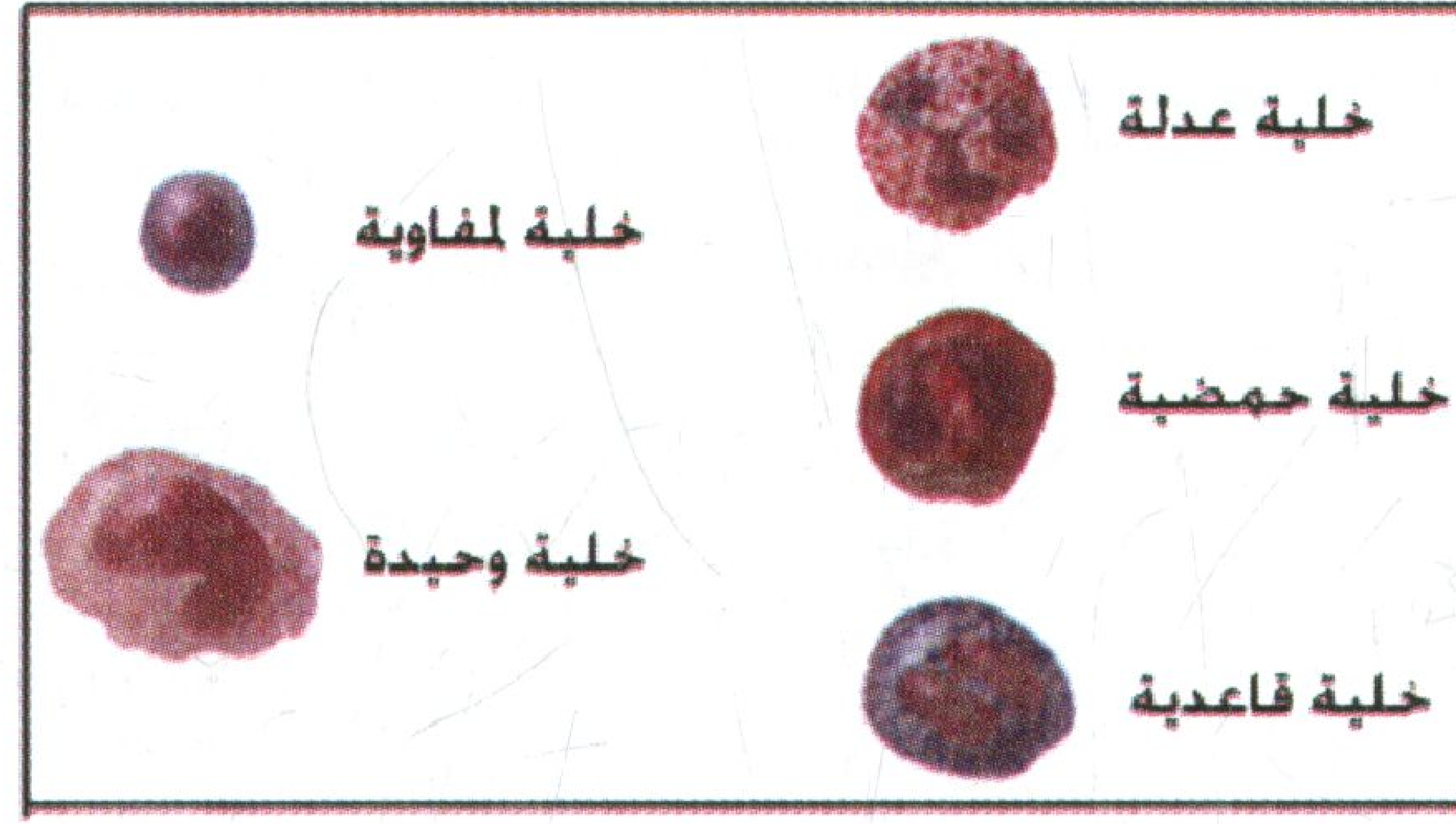
ب) خلايا قعدةBasophils.

ج) خلايا حمضة Esinophils.

٢- خلايا غير محببة Non granulocytes

أ) خلايا الليمفاوية lymphoytes.

ب) خلايا الوحيدة monocytes.



الشكل رقم (٢٩). أنواع خلايا الدم البيضاء.

الجدول رقم (١٢). مقارنة بين كرات الدم الحمراء – كرات الدم البيضاء.

	كرات الدم الحمراء RBCs	كرات الدم البيضاء WBCs
العدد الكلي	يمكن عدد كرات الدم الحمراء بالملايين الخلايا في المملمتر المكعب cumm وتتراوح بين 4-6 mill ميلون/ مم٣	تعد بالآلاف وتتراوح بين ألف 4- 11 خلية / مم٣ Cumm3
النواة	لا توجد بها نواة في الإنسان	بها أنوية وحيدة أو عديدة الفصوص
الحبيبات	لا توجد بها حبيبات	توجد بها حبيبات في النوع المحبب منها
الحركة	لا تتحرك	تتحرك بواسطة الحركة الأميبية
الخضابHB	يوجد بها خضاب " هيموجلوبين"	لا تحتوي على خضاب
فترة العمر	فترة طويلة قد تصل إلى ١٢٠ يوماً	فترة قصيرة تصل من ساعات إلى عدة أيام
الوظيفة	١– وظيفة تنفسية حيث تحمل الأوكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا وأعضاء الجسم في صورة أوكسي هيموجلوبين " خضاب مؤكسج. ٢– تنقل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء الناتج من عمليات الاستقلاب في الأنسجة إلى الرئتين . في صورة بيكربونات– كاربو أمنيو هيموجلوبين	١– الدفاع عن الجسم ضد الأمراض والميكروبات. ٢– المناعة الخلوية والمناعة الدوارة. ٣– البلعمةphagocytosis ٤– تزداد أثناء الالتهابات الحادة والمزمنة – والحساسية والربو والطفيليات. ٥– تفرز الهيبارين والهستامين والسترتوثين.

الجدول رقم (١٣). خصائص خلايا الدم البيضاء وأنواعها ووظيفتها.

	(١)الخلايا الحبيبية Granulocytes			(٢) خلايا غير محببة Agranulocytes	
	أ- الخلايا العدلة	الخلايا الحمضية	الخلايا القعدة	أ- الخلايا الليمفاوية	ب- الخلايا الوحيدة
	Neutrophil Microphages	Acidophil Or Eosinophil	Basophil	Lymphocytes	Monocytes (Macrophages)
(١)منشأ الخلايا أو مكان التكوين	نخاع العظم B.M.	نخاع العظم الطويلة B.M.	نخاع العظم الطويلة Bone marrow B.M.	الغدد الليمفاوية Lymph Nodes	نخاع العظم الطويلة
النسب المئوية	60%	4%	0.5%	30%	5%
فترة العمر	٦ساعات	8-12 يوم	10-12 يوم	عدة ساعات- عدة أيام	10 ساعات
الشكل -النواة	عديدة النواة اكثر ٣-٥ فص	٢ فص	٢ فص	نواة قرصية كبيرة	نواة كلوية الشكل
الوظيفة	١- خلايا متحركة. تفرز انظيمات هاضمة ومواد مؤكسدة. ٢- لها قدرة كبيرة على البلعمة" ٣- تفرز مواد تساعد على التئام الجروح. ٤- تزداد في حالة الالتهابات الحادة	١- قدرة ضعيفة على البلعمة. ٢- تكافح العدوى الطفيلية وتنجذب إلى الطفيل وتلتصق به. ٣- تزيد في حالات الحساسية Allergy	١- تفرز الهيبارين Heparin-Histamine ٢- تفرز الهستامين والسيرتونين serotonin ٣- القدرة على الالتصاق مع الضد من نوع IGE ٤- الحساسية	١- تهاجر بين الدم والأنسجة. ٢- ليست أكولة وصغيرة الحجم. ٣- نوعان : B-cells T-cells ٤- مسئولة عن المناعة الدوارة B-cellولكن T-cell مسئولة عن المناعة الخلوية.	١- تهاجر وتتحرك إلى الأنسجة حيث تتحول إلى خلايا كبيرة جداً تسمى الأكولة الكبيرة في الكبد - الرئة - الغدد الليمفاوية والطحال - نخاع العظم.

خصائص الخلايا البيضاء

١- الحركة الأميبية Ameboid movement: وهي من خصائص الخلايا العدلة والأكولة الكبيرة وتتحرك بواسطة اندفاع جزء من هيول الخلية إلى الأمام ثم تندفع باقي أجزاء الخلية

٢- الانسلال من خلال جدار الوعاء الدموي Diapedesis: تنسل الخلايا البيضاء خصوصا الخلايا العدلة والأكولة الكبيرة " الوحيدة" من خلال جدر الشعيرات الدموية إلى الأنسجة "مكان الالتهاب "

٣- الانجذاب الكيميائي إلى مكان الالتهاب Chemotaxis: تفرز مواد كيميائية سواءِ من الأنسجة الملتهبة أو الجراثيم لها القدرة على جذب الخلايا البيضاء إلى حيث مكان الالتهاب لتقوم بوظيفة الدفاع عن الجسم.

٤- إفراز إنظيمات هاضمة Lipase-Lysosomes: تفرز الخلايا العدلة والأكولة والخلايا الوحيدة بعض الإنظيمات التي لها القدرة على تحليل الخلايا الميكروبية بعد عملية البلعمة " الالتهام.

٥- إفراز الهيبارين والهستامين Histamine—Heparin: تفرز الخلايا القاعدة " القعدة" هيبارين مانع التخثر في داخل الأوعية الدموية وأيضا في المكان الملتهب – كما يساعد إفراز الهستامين على زيادة نفاذية الشعيرات الدموية القريبة من مكان الالتهاب وتساعد على خروج أكبر عدد من الخلايا البيضاء إلى مكان الالتهاب "الإصابة".

٦- البلعمة "Phagocytosis": من أهم خصائص خلايا الدم البيضاء خصوصاً الخلايا العدلة والخلايا الوحيدة حيث تقوم بالتهام الميكروبات والجراثيم من خلال مد أقدام كاذبة حول الجراثيم وتكوين حويصلات داخل الخلايا . وتقوم الخلايا العدلة بالتهام حوالي ٥-٢٥ جرثومة قبل أن تموت. وتخرج الخلايا العدلة أسرع من الخلايا

الوحيدة إلى مكان الالتهاب بواسطة خاصية الانسلال وتقوم بوظيفة البلعمة ثم تفر بعض الإنزيمات الهاضمة عليها وتحللها.

آلية حدوث الالتهاب Mechanism of Inflammation

١- يوجد في الجسم خمسة خطوط للدفاع ضد غزو الميكروبات وتعمل هذه الخطوط واحداً وراء الآخر. فعند حدوث التهاب في الأنسجة تخرج بعض المواد الكيمياوية من الخلايا الليمفاوية تعمل على جذب الخلايا العدلة إلى Chemotaxin مكان الإصابة والتهام الجراثيم Neutrophilia وتزيد أعداد هذه الخلايا.

٢- تعتبر الخلايا العدلة هي خط الدفاع الأول عن الجسم ثم تأتي الخلايا الوحيدة وتمثل خط الدفاع الثاني للجسم.

٣- وتنفذ من خلال جدر الشعيرات الدموية إلى مكان الالتهاب بواسطة خاصة الانسلال وتتحرك الخلايا العدلة بطريقة أميبية سريعة نوعا ما عن الخلايا الوحيدة.

٤- تبدأ الخلايا الوحيدة بعد نفاذها من الشعيرات الدموية في الانتفاخ وتزيد في الحجم وتكبر وتحتوي على عدد كبير من الجسيمات الحالة Lysosomes والميتوكوندريا في الهيولي تصبح هذه الخلايا خلايا أكولة كبيرة Macrophages وتمثل خط الدفاع الثالث. وتوجد في الكبد والرئتين والطحال.

٥- يقوم نخاع العظم بإنتاج أعداد كبيرة من الخلايا الوحيدة والخلايا العدلة تذهب إلى الدم ثم تهاجر إلى الأنسجة وتمثل هذه الخاصية خط الدفاع الرابع

٦- تكوين أجسام الضد للميكروبات والجراثيم المهاجمة للجسم بواسطة الخلايا الليمفاوية Lymphoytes وتمثل خط الدفاع الخامس.

مواد جذابة للخلايا الأكولة أو عوامل تنظم تكوين خلايا الدم

هي عوامل تعمل علي زيادة إنتاج وتنشيط تكوين خلايا الدم البيضاء وزيادة المناعة:

١- عامل نخرالأورام Tumour necrosis factor–

٢- الانترولوكين Inter leukin -1 : يفرز من الخلايا الأكولة والليمفاوية والخلايا البطانية ويعمل علي زيادة عدد خلايا الدم الحمراء والخلايا العدلة والحمضة والوحيدة وخلايا ميجا.

٣- الانترولوكين ٣ IL3: يفرز من خلايا ت T-Cell ويؤدي إلى زيادة كل خلايا الدم الحمراء والبيضاء ماعدا الخلايا القاعدة.

٤- الانترولوكين ٤ IL4: يفرز من خلايا ت T-Cellوينشط تكوين الخلايا القاعدة؛ الانترولوكين ٥ IL5: يفرز من خلايا ت T-Cell وينشط الخلايا الحمضة؛ 6IL وتفرز من الخلايا الأكولة والليمفاوية والبطانية وتعمل تنشيط وتكوين كل خلايا الدم الحمراء والبيضاء بأنواعها المختلفة.

٥- Granulocytes - monocytes st.factor GN-CSF: يفرز هذا العامل من خلايا ت T-Cell والخلايا الليمفاوية والوحيدة والبطانية وينشط ويزيد من أعداد كل أنواع خلايا الدم الحمراء والبيضاء ماعدا الخلايا القاعدة.

٦- Granulocytes colony st.factor G-CSF:يفرز من الخلايا الليمفاوية والوحيدة والبطانية ويزيد وينشط الخلايا العدلة.

٧- Monocytes colony st.factor M-CSF: يفرز هذا العامل من الخلايا الليمفاوية والحيدة والبطانية ويزيد وينظم أعداد الخلايا الوحيدة.

الجهاز المناعي والمناعة

Immune system "Immunity"

مقدمة

يوجد داخل الجسم مجموعة من الأجهزة والغدد يطلق عليها الجهاز المناعي. وهي الغدة التيموثية أو التوتة Thymus gland والطحال Spleen والجهاز الليمفاوي Lymphatic system ونخاع العظم Bone marrow والمناعة بأنواعها المختلفة Immunity. والجهاز المتمم أو المتتالي Complement system.

١- الغدة التيموثية Thymus gland

تشبه هذه الغدة ثمرة التوت في الشكل والحجم وهي المسؤولة عن تكوين وإنتاج الخلايا الليمفاوية ت T-cells وتفرز هرمون Thymic hormone وهي هامة جدا في الأطفال حديثي الولادة وتقل أهميتها في البالغين.

٢- الطحال Spleen

هو أحد أجهزة المناعة في الجسم ويوجد علي الجانب الأيسر من تجويف البطن. يقوم الطحال بتصفية الدم من الخلايا الغريبة وكذلك الخلايا الهرمة من خلايا الدم الحمراء والبيضاء وينتج أيضا خلايا دم. ويخزن الحديد.

٣- نخاع العظم Bone marrow

وهو المسؤول عن إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية. وينتج الخلايا الجذعية Stem cells والتي تتحور إلى العديد من الخلايا وكذلك تتحول إلى أنواع متخصصة من خلايا الدم البيضاء.

٤-المناعة Immunity

هي قدرة الجسم على مقاومة الجراثيم والدفاع عنه ضد الجراثيم الـتي تغـزوه. ويوضح الجدول رقم (١٤) أنواع المناعة، كما يوضح الجدول رقم (١٥) مقارنة بـين خلايا ت T-cells، وخلايا ب B cells B- من الخلايا الليمفاوية.

الجدول رقم (١٤). أنواع المناعة.

١- المناعة الطبيعيةInnate Immunity	٢- المناعة المكتسبة.Acquired Imm
قدرة الجسم على مقاومة الجراثيم وتشمل: أ- الجلـد skin هـو غـير نفـاذ لأي شـيء. ب-حمض المعدةgastric HCL له القدرة على قتـل الجـراثيم القادمـة في الطعـام. ج- التعرق والدموعSweat , Tear وباقي إفرازات الجسم " اللعاب" Saliva يقـوم بقتـل الجـراثيم والقضاء عليها بواسـطة الإنزيمـات الهاضـمة أو انخفاض PH د- الأغشية المخاطيةmucous membrane	المناعة المكتسبة هي نوعان وتعتمـد علـى الخلايـا الليمفاويةLymphocytesخلايا B- ، خلايا T- T- cell -cellular Immunity B- cell -Humoral Immunity ١- المناعـة الخلويـة.cellular Immunity أ- تحدث نتيجـة تكـوين خلايـا نـشطةT-cells ب- تمثل معظم المقاومة ضد الفيروسات والفطريات. ج- مسؤولة عن رفض الأنسجة الغريبة عن الجسم" في حالـة زراعـة الأعـضاء ". د- تحمي الجسم من الإصابات الفيروسية والـسرطان. ٢- المناعة الدوارةHumoral Immunity تحدث نتيجـة تكوين الضد Antibodies في حالة الإصـابة وتحـدث بواسطةB-cells

الجدول رقم (١٥). مقارنة بين T-cells خلايا ت وخلايا ب B cells B- من الخلايا الليمفاوية.

	خلايا T-cells	خلايا B-cells
المنشأOrigin	تنشأ في المراحل الجينية الأولى في نخاع العظم وتهاجر إلى الغدة الثيموسيةThymus وتفـرز هذه الغدة هرمونـاً خاصـاً "thymic H." ويفرز في الدم ثم إلى الغدد الليمفاوية ونخاع العظم ليزيد مـن كفـاءة خلايـاT-cell . ملحوظة: إزالة الغدة الثيموسية جراحيـاً في المراحل الجينية يؤدي إلى نقـص خطـير في جهاز المناعة الخلوية T-cell.	تهاجر إلى الكبـد والطحـال وتتحول إلى B-cells نـسبة إلى عضو يسمى كـيس فيركـس Bursa of fabircius in Bird في الطيور.

تابع الجدول رقم (١٥).

	خلايا T-cells	خلايا B-cells
الوظيفةfunction	هذه الخلايا مسؤولة عن المناعة الخلوية Cellular Immunity	هذه الخلايا مسؤولة عن المناعة الدوارة Humoral Immunity
أنواع الخلايا	١- خلايا المساعدة Helper T-cell هي الخلية المايسترو المنظمة لعملية إنتاج الضد Antibodies من خلايا البلازما Plasma cells ١- تساعد على إفراز مركبات كيماوية تسمى ليمفوكايزLymphokins أو انترلوكين interleukin 6-2 والخلل في وظيفتها يؤدي إلى مرض نقص المناعة المكتسبة. (AIDS) ٢- الخلايا القاتلة. Cytotoxic T-cell. - خلايا قادرة على قتل الجراثيم وأيضا بعض خلايا الأنسجة من خلال التصاقها بالخلايا الغريبة عن الجسم وإحداث فجوة في غشائها وإفراز مادة قاتلة داخلها. - تفرز مركبات كيماويةLymphokins أو أنترلوكين2-6 interleukin - يحمي الجسم من الإصابة بالسرطان والأمراض الفيروسية " الفيروسات" viral disease ٣- الخلايا المثبطة.Suppressor T cells. تقوم بعمل الدوارئ لجهاز المناعة وذلك بواسطة تغذية عكسية سالبة حيث أن الخلايا المساعدة بعد أن تنبه جهاز المناعة تنبه أيضا الخلايا المثبطة وهذه بالتالي تثبط خلايا T-cells فتوقف عن تدمير الجسم. تمنع هذه الخلايا تكوين الضد لأنسجة الجسم نفسه.	تتحول إلى خلايا بلازما Plasma وتفرز الضد في الدم مباشرة Cells Antibodies or Immunoglobins (IG) (IgG, IgA, IgM, IgD, and IgE). خلايا ب الذاكرة: تبقى ساكنة في الغدد الليمفاوية حتى التعرض مرة ثانية إلى Antigen "المستضد " فتنتج كميات من الضد . الضد : Antibodies وظيفة Immunoglobin ١- التراصagglutination حيث يلتصق الجسم المضاد مباشرة بالأجسام الغريبة ويتكون جسيم كبير يسهل مهاجمته بواسطة الخلايا الأكولة -. الترسيبprecipitation هي وسيلة لمقاومة السموم التي تفرزها الجراثيم .حيث يترسب المستضد المتحد مع الجسم المضاد ويصبحان غير قابلين للذوبان. .Ag-Ab complex ٣- التعادلneutralization تغطي الضد الأماكن الخطرة على الميكروب نفسه وتبطل مفعوله.

تابع الجدول رقم (١٥).

خلايا T-cells	خلايا B-cells
٤ – الخلايا المنبهة Activator cells تقوم هذه الخلايا بتنبيه الخلايا المساعدة لكي تنشط خلايا البلازما .Plasma cells	٤ – التحلل Lysis فيها يهاجم الجسم المضاد الميكروب نفسه ثم يحلل الغشاء الخلوي له ويقتله.

الأجسام المضادة Antibodies

تنتج الأجسام المضادة بواسطة كريات الدم البيضاء. وهي عبارة عن سلسلة من البروتين.وتتكون بالكبد وتوجد في الدم وهي عدة أنواع.

أهم أنواع الضد Immunoglobin

١ – IgG: ويمثل أعلى تركيز وهو مسؤول عن المناعة المكتسبة ويمر عبر جدر الشعيرات الدموية ويمر من خلال المشيمة إلى الجنين . ويعمل على تثبيت الجهاز المتمم.

٢ – IgA: يفرز في إفرازات الجهاز التنفسي العلوي وكل سوائل الجسم و الغدد اللبنية والإفرازات المعوية

٣ – IgM: لا يمر من خلال المشيمة أو عبر جدار الشعيرات الدموية وهو يمثل الضد لفصائل الدم ABO أو تكوين المضادات لفصائل الدم.

٤ – IgD: وظائفه التعرف علي المستضد بالخلايا B.

٥ – IgE: يعمل على إفراز الهستامين من خلايا القاعدة والخلايا البدينة ويزداد في حالات الحساسية.

الجهاز المتمم Complement system

هو عبارة عن مجموعة لعناصر مكونة من حوالي ٢٠ بروتيناً معظمها إنزيمات خاملة ضمن مكونات بروتينات البلازما. وأكثر هذه العناصر فاعلية مكونة من

١١بروتيناً تسمى C1-C9,B,D وهذه الإنزيمات يتم تنشيطها بالتتابع وتعمل على مساعدة الجهاز المناعي في مكافحة الجراثيم الغازية.

كيف يتم تنشيط هذا الجهاز ؟

الأسلوب النمطي للتنشيط

يتم تنشيط جميع هذه الأنزيمات بصورة متتابعة من خلال التغذية العكسية الموجبة Post.feed back بعد اتحاد الجسم المضاد مع المستضد المخصص له وهذه الإنزيمات تؤدي مجموعة من الوظائف.

- الطهاية opsonization
- التعادل
- التحلل
- التراص
- زيادة معدل تدفق الخلايا العدلة
- ينشط الخلايا الضادية والخلايا القعدة

الأسلوب البديل Alternate pathway

من الممكن أن ينشط الجهاز المتمم من خلال بعض المواد غير المنتجة للضد مثل: عديدات التسكر الموجودة على جدار الميكروب أو بعض المركبات غير المنتجة للأجسام المضادة والتي تتواجد في الدم فينشط عامل B, D بالتالي ينشط عامل C3 وهو مسؤول عن تنشيط باقي مكونات الجهاز المتمم.

يعتبر الجهاز البديل هو أول الأجهزة التي تنشط للدفاع عن الجسم وذلك لعدم احتياجه لاتحاد بين الضد مع المستضد ولكن يكفي وجود الميكروب نفسه لينشط الجهاز البديل حتى يتم تنبيه باقي الجهاز بعد إفراز الضد.

الأنترفيرون interferon

١-هو أحد المكونات التي تفرزها الخلايا الملتهمة وكذلك الخلايا الأكولة الكبيرة.

٢-له أهمية خاصة للدفاع عن الجسم ضد الفيروسات virus بواسطة تنشيط الخلايا الأكولة والخلايا القاتلة.

مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز)

Aquired immune defficency syndrome (AIDS)

أسباب المرض

إصابة جهاز المناعة بنوع من الفيروسات الخطيرة والتي تتكاثر داخل خلايا ت المساعدة Helper T-cell والتي تعطي الأوامر لجهاز المناعة . وتدمر جهاز المناعة ويصبح الجسم عرضة للإصابة بأي ميكروب نتيجة الخلل في الجهاز المناعي.

العوامل التي تنشط جهاز المناعة

١-الغذاء المتوازن نوعا وكما (الخضراوات والفواكه الطازجة والبروتينات والفيتامينات).

٢-البيئة الطبيعية والانسجام مع الطبيعة.

العوامل التي تثبط جهاز المناعة

١-التوتر والقلق النفسي.

٢-نقص الفيتامينات والمعادن والبروتينات.

٣-التدخين والمخدرات والخمور.

٤-التلوث الإشعاعي و التعرض للفيروسات.

٥-تعاطي بعض الأدوية التي تضعف المناعة مثل الكورتيزونات وسيكلوسيبرون والتي تستخدم لزراعة الأعضاء.

تخثر الدم Blood Coagulation

Hemostasis هي خاصية وقف فقد الدم من الأوعية الدموية المتهتكة . ويتم ذلك عن طريق عدة وسائل:

آلية وقف فقد الدم Mechanism of Hemostasis

١- **تقليل قطر الوعاء الدموي المقطوع Vascular spasm**: بواسطة خاصية انكماش الأوعية الدموية أو من خلال تأثير ضيق الأوعية عن طريق الجهاز السودي. أو عن طريق إفراز مادة قابضة للأوعية الدموية من الصفائح الدموية سيروتونين serotonin أو الثرومبوكسان أ٢ Thromboxan.A2

٢- **سدة الصفائح الدموية Platelets plug**: تحدث نتيجة تراكم أو تجمع الصفائح الدموية في مكان الجرح ويتم تنشيطها بواسطة ADP ثنائي أدينوسين الفوسفات، ثرومبوكسان أ٢ الذي يفرز من الصفائح الدموية. يتم تثبيط هذه العملية بواسطة الأسبرين Aspirin أو مشتقات البروستاجلاندين Prostacyclin.

٣- **تخثر الدم Blood Coagulation**: يحدث تخثر الدم لحفظ الدم داخل الأوعية الدموية ومنع فقد الدم وهذه العملية تشمل تكامل الكثير من العناصر الموجودة في الدم وهي حوالي ٤٠ عنصراً فاعلاً جميعها تنتج في الكبد (Liver) ما عدا بعض العناصر. وتفرز هذه العناصر في الدم في صورة خاملة ويتم تنشيطها بطريقة متتابعة لحدوث التخثر ولذلك تسمى هذه النظرية نظرية العوامل المتتابعة التنشيط Enzyme CaseCade.

عوامل أو عناصر التخثر Coagulation factors

١- عامل I : الفيبرنيوجين — أحد مكونات بروتينات البلازما

٢- عاملII: البروثرومبين: أحدمكونات Betaجلوبيولينprothrombin ويتم تحوله إلى ثرومبين نشط بواسطة منشطات البروثرومبين.

٣- عامل III الثرمبوبلاستين Thromboplastin وله مصدران إما الأنسجة المتهتكة أو من الصفائح الدموية.

٤- عامل IV الكالسيوم ++Ca في إزالة الكالسيوم لا يتم تخثر الدم.

٥- عامل V العامل الهش. Labile factor Proaccelerin

٦- عامل VII العامل الثابت Stable factor= proconvertin

٧- عامل VIII مضاد الهيموفيليا(أ).Antihaemophilia factor A

٨- عامل IX عامل كرستماس Christmas factor

٩- عامل X عامل ستيوارت برور .Stuart-prower factor

١٠- عامل XI منشط ثرمبوبلاستين البلازما Plasma thromboplastin Antecedent

١١- عامل XII عامل هاجمانHageman Factor= عامل الالتصاق .Contact F

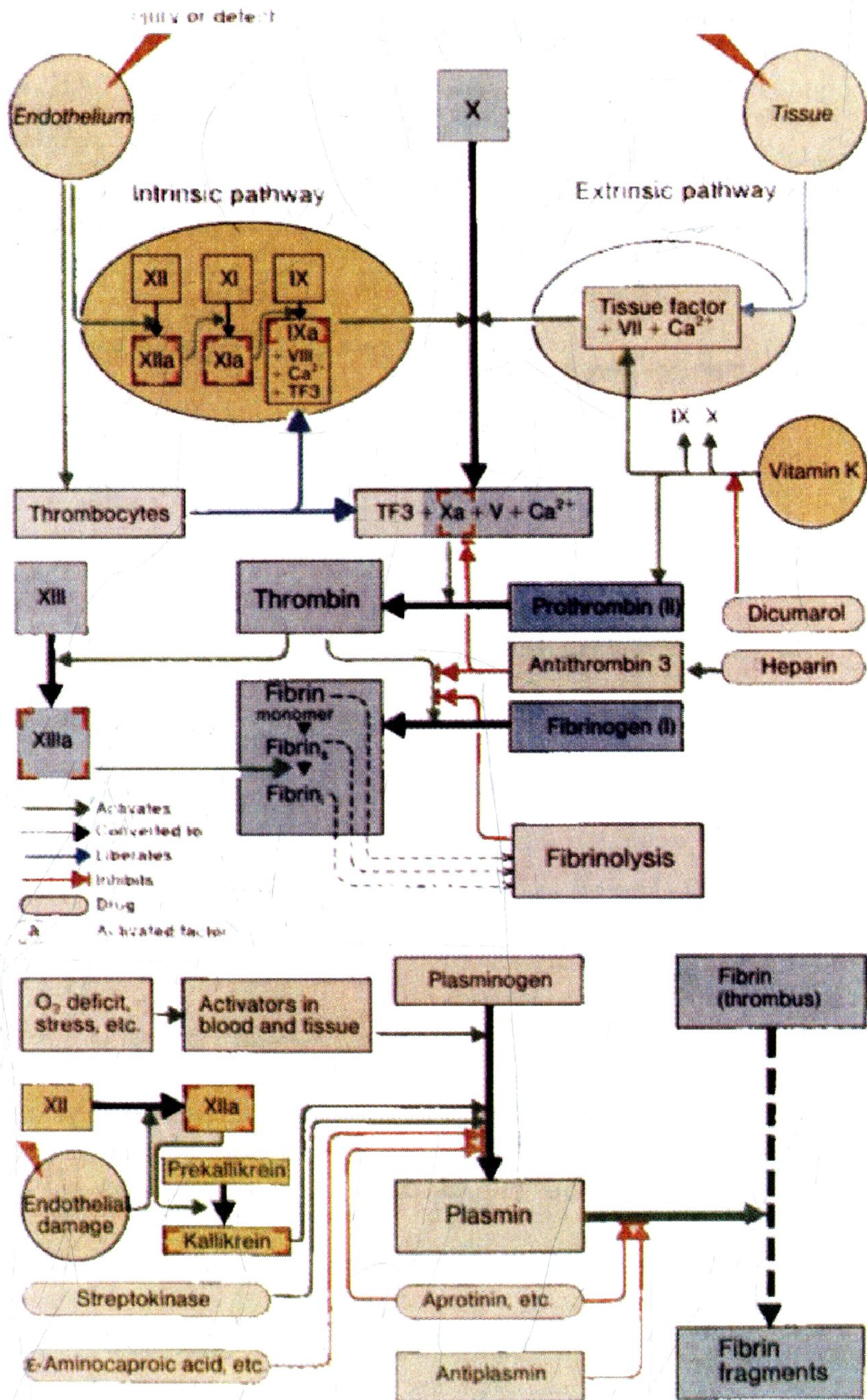
١٢- عامل XIII المثبت للفبرين.Fibrin stabilizing F (FsF)

ويحدث تخثر الدم من خلال مسارين للتخثر أحدهما المسار الداخلي للتخثر والآخر المسار الخارجي للتخثر

ويتم فيها إنتاج الثرومبوبلاستين سواء من الدم أو من الأنسجة المتهتكة . ويقوم الثرومبوبلاستين بتحويل البروثرومبين " غير نشط " إلى ثرومبين " نشط " Thrombin ويقوم الثرومبين النشط بتحويل الفيبرينوجين إلى فيبرين وتكون خيوط الفيبرين شبكة من الألياف حيث تترسب عليها كريات الدم الحمراء وتكون الخثرة .ويوضح الجدول رقم (١٦) آلية تخثر دم .Mechanism of blood clot

الجدول رقم (١٦). آلية تخثر الدم.

I المسار الداخلي للتخثر Intrinsic pathway	II المسار الخارجي للتخثر Extrinsic pathway
١- يحدث عن ملامسة الدم لسطح غريب مثل انابيب الاختبار test tube او داخل الأوعية الدموية أثناء تكوين جلطة داخل الشريان . ٢- يحدث بدون جرح الأنسجة. ٣- يبدأ ويتم في ٤ – ٨ دقائق. ٤- يبدأ بتنشيط عامل XII الموجود في البلازمات في صورة خاملة. ٥- ينشط عامل XII النشط وعامل XI الخامل ويحوله إلى عامل نشط ٦- ينشط عامل XI النشط وعامل IX الخامل ٧- ينشط عامل X النشط (في وجود الكالسيوم وعامل VIII) وعامل X ٨- يكون العامل X النشط في وجود دهون فسفورية من الصفائح الدموية والكالسيوم والعامل رقم V بتحويل البروثرومبين ـــــــــ ثرومبين نشط. ثم يتم تحويل الفيبرينوجين إلى فيبرين بواسطة الثرومبين. وتتكون الشبكة من الفيبرين ويحدث التخثر.	١- يحدث في حالة تمتك الأنسجة وحدوث جرح في الأنسجة. ٢- يبدأ إفراز ثرومبوبلاستين الأنسجة Tissue thramba plastin. ٣- يبدأ من ١٠-٢٠ . sec ٤- يبدأ بتنشيط عامل VII بواسطة خروج الثرومبوبلاستين النسيجي. ٥- يقوم عامل VII النشط بتنشيط العامل X الخامل . ٦- في وجود الكالسيوم، عامل V والعامل X النشط يتم تحويل البروثرومبين الخامل إلى ثرومبين نشط ٧- يحول الثرومبين الفيبرينوجين إلى فيبرين وتحدث الخثرة . * ملحوظة: الاختلاف يتم فقط في الأسلوب الذي يحدث به تنشيط العامل X الخامل ولكن يحدث اتحاد في المسارين وهذه الخطوة المشتركة تحدث بتنشيط عامل X .



الشكل رقم (٣٠). يوضح خطوات تجلط الدم وتشمل المسار الداخلي والخارجي.

موانع التخثر Anticogulants

لا يتم تخثر الدم داخل الأوعية الدموية في الجسم طبيعياً لأسباب عديدة:

١- سرعة دوران الدم نتيجة دفع الدم في الأوعية بواسطة انقباض عضلة القلب.

٢- النعومة الشديدة للغشاء المبطن للأوعية الدموية.

٣- وجود عوامل التخثر في صورة خاملة.

٤- إفراز مادة الهيبارين في الدم من الخلايا القعدة.

موانع التخثر

هي مواد تعمل علي بقاء الدم في صورتة السائلة وتمنع تخثر الدم سواء في الجسم الحي أو في المعمل أثناء اخذ عينات الدم للتحليل.

١- الهيبارين Heparin

ويعمل على منع تنشيط العامل X ويستخدم في المعمل In Vitro أي خارج الجسم وفي الجسم In Vivo .

٢- موانع تخثر كيميائية

مثل الأكسالات والسترات والفلورين – EDTA وتعتمد على ترسيب الكالسيوم مثل أكسالات الصوديوم ، الأمنيوم وتعتمد على الاتحاد مع الكالسيوم مثل السترات، EDTA وهذه المواد تستخدم في معامل التحليل .

٣- مانع الداي كيمارول (Dicumaral)

مادة كيميائية مصدرها النبات هي تعتمد على منافسة Vit k في الكبد وبالتالي تعمل داخل الجسم فقط In vivo وتمنع تكوين عامل التخثر II,VII,IX,X.

الأهمية الفسيولوجية لفيتامين ك (Vit k) في عملية تخثر الدم

١- يدخل Vit k في عملية تصنيع عوامل التخثر Factors II,VII,IX,X في الكبد.

٢- يلزم لتنشيط امتصاص Vit k وجود إفراز العصارة الصفراء من الكبد.

الأهمية الفسيولوجية للكالسيوم ++Ca

١- الكالسيوم عنصر اساس لمعظم خطوات التخثر .

٢- ترسيب الكالسيوم يمنع تخثر الدم ويظل الدم في صورة سائلة .

الصفائح الدموية Blood Platlets Thrombocytes

١- الشكل: أقراص دائرية أو بيضاوية صغيرة يبلغ قطرها ٢-٤ ميكرون.

٢- العدد: يتراوح عدد الصفائح الدموية ما بين $300\text{-}150\times10^3$ /مليمتر مكعب.

٣- فترة العمر: ٨-١٢ يوماً ويتم تكسيرها بواسطة الطحال عن طريق الخلايا الأكولة.

٤- منشأها: نخاع العظم من (الخلايا العرطلية Megakaryocytes)، وهي لا تحتوي على أنوية ولذا لا تنقسم وتنشأ من خلال التبرعم Budding.

وظائف الصفائح الدموية Blood Platlets Functions

١- سطحها مغطى ببروتين سكري glycoprotein يمنع التصاق الصفائح بالطبقة المخاطية المبطنة للأوعية الدموية، ولكن تلتصق بالأنسجة المتهتكة حيث تظهر

ألياف كولاجنيه Collagen fibres وتمتد منها وتتراكم الصفائح فوق بعضها لتكون سدة الصفائح platelet plug.

٢- تفرز عامل الصفائح (الثرومبوبلاستين) عند تكسيرها والذي يساعد على التخثر من خلال المسار الداخلي.

٣- تفرز مادة سيرتونين التي تعمل على انقباض الأوعية الدموية.

٤- تحتوي على إنزيمات تعمل على تخليق أحد أنواع البروستاجلاندين PGs (ثومبوكسان أ٢) والذي يعمل على تجميع الصفائح مع بعضها البعض.

٥- تحتوي على عامل مثبت الألياف.

٦- تحتوي على عامل النمو growth factor مما يساعد على التئام الأوعية المتهتكة.

٧- تحتوي على المتقدرات والتي تكون ADP,ATP كمصادر للطاقة.

٨- تفرز أنزيماً يسبب انكماش الخثرة والصفائح يسمى retractozyme.

انكماش الخثرة Clot Retraction

بعد دقائق من تكون الخثرة تبدأ في الانكماش ويتخلف عن ذلك خروج سائل أصفر يسمى المصل (serum)، وهي أحد وظائف الصفائح الدموية عن طريق إفراز مادة ثرومبوبلاستين وتحتاج هذه العملية إلى وجود طاقة ATP والكالسيوم ومادة Thrombosthenin.

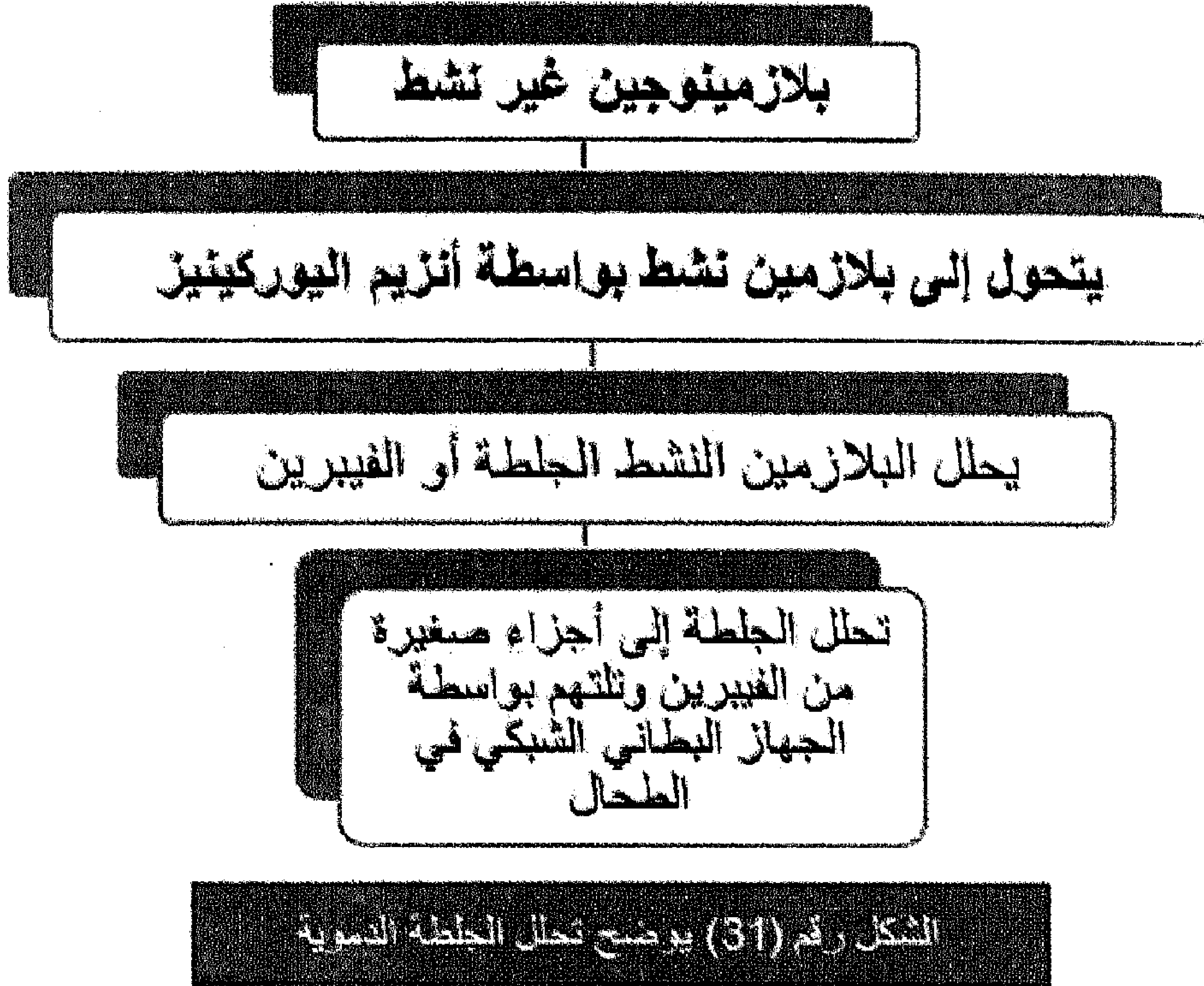
ويساعد انكماش الخثرة على:

١- ثبات الخثرة في مكان قطع الوعاء الدموي.

٢- السماح بمرور الدم خلال الوعاء المقطوع في نفس الوقت إعادة رتق هذا الجزء.

تحلل الخثرة Fibrinolysis

يتم تحلل الخثرة بواسطة بروتين محلل Proteolytic ويوجد في صورة غير نشطة ويسمى Plasminogen بلازمينوجين ويتم تنشيطه كما في الشكل رقم (٣١).



الشكل رقم (٣١). يوضح تحلل الجلطة الدموية.

يتم إنتاج streptokinese الاستربتوكينيز لعلاج وإذابة الجلطات التي تتكون في الشرايين التاجية مما يساعد على النجاة من الأزمات القلبية.

الأهمية السريرية لتحلل الخثرة

١- استخدام حقنة T-pA لإزالة الجلطات في الشرايين التاجية والرئة.

٢- إزالة الجلطات المتكونة أثناء الدورة الشهرية في النساء.

٣- إعادة فتح الأوعية الدموية بعد تمام التئام الأوعية الدموية.

٤- يتم تحلل العوامل ، ، ، البروثرومبين و الفيبرينوجين بواسطة البلازمين. Plasmin ويتم إحباط عمل البلازمين " وقت نشاطه " بواسطة ألفا مضاد البلازمين (Antiplasmin).

أمراض تحدث نتيجة عدم التخثر

١- الهيموفيليا أ Hemophilia A

وتحدث نتيجة نقص عامل V III وتحدث في الإنسان وبعض الحيوانات خصوصاً الكلاب والخيول. وهي نتيجة عامل وراثي محمول على الصبغي (كروموسوم) ولكنها صفة متنحية ولذلك تكون الإناث حاملة للمرض ونادراً ما تصاب به ولكن يصاب به الذكور نتيجة وجود صبغ واحد فقط من نوع X فيه يحدث نزيف حاد نتيجة أقل إصابة.

خصائصها:

١- زيادة في زمن التخثر عن الطبيعي Coagulation time.

٢- زمن النزف طبيعي (Normal) bleeding time.

٢- الهيموفيليا ب Hemophilia B

تحدث نتيجة نقص عامل IX في الدم نتيجة عامل وراثي محمول على الصبغ (كروموسومx) وهي أقل تأثير من النوع أ . كما يحدث بعض النزف.

٣) نقص الصفائح الدموية Thrombocytopenia

تعني وجود نقص شديد في إنتاج الصفائح الدموية Thrombocyts ويحدث نزيف من الشعيرات الدموية وليس من الأوعية الدموية. على شكل أنزفة تحت الجلد وتظهر

على شكل بقع وتسمى فرفريه (Purpura) ويحدث النزف إذا قلت عدد الصفائح عن ٥٠,٠٠٠/مم٣ وتعتبر من أمراض المناعة الذاتية Autoimmunity. حيث تهاجم الضد الصفائح الدموية وتدمرها.

٣- نقص فيتامين ك Vit. K deficiency

فيتامين k ضروري لتكوين العوامل X ، I X ، V II ، II في الكبد.وهناك بعض المواد التي تؤثر على عمل Vit. K تسمى داي كومارول dicumarol.

مجموعات الدم Blood groups

فصائل الدم

في الإنسان هناك تقسيم لمجموعات الدم (ABO) أي حسب وجود مولد الضد على غشاء الكريات الدم الحمراء وهناك نوعان من مولدات الضد هما:

١- أ (A) ، ب (B) وعندما تحمل كريات الدم مولد الضد أو المستضد أ (AntigenA) يكون هذا الشخص فصيلته (أ) A .

٢- الذي يحمل المستضد ب Antigen (B) تكون مجموعة (ب) .

٣- الذي يحمل كلاً من أ ، ب تكون مجموعته (أ ب) AB .

٤- الذي لا يحمل أي مولدات الضد أ ، ب تكون فصيلته صفر (o) ويحمل بلازما الدم الضد (ب) في الفصيلة أ ، الضد (أ) في الفصيلة (ب) وبالتالي لا يوجد الجسم المضاد مع نفس المستضد في الدم لكل شخص وإذا حدث ذلك يحدث التصاق بين المستضد والضد Agglutimtion .

Antigen A + Antibodies a ———— Agglutination

المستضد أ (A) الضد a التصاق

المستقبل العام (AB) Universail Recipient

تعتبر فصيلة AB (أ ب) مستقبلاً عاماً حيث لا تحتوي على الضد a، b ويمكن أن يتم نقل الدم إليها من جميع فصائل الدم الأخرى.

المعطى العام (O) Vniversal doners

تعتبر فصيلة الدم (O) لا تحتوى على المستضد أ ، ب وبالتالي يمكن إعطاؤها جميع فصائل الدم بينما تحتوى بلازما الدم بها على الضد (a، b) بالتالي عند نقل الدم لابد من إعطاء كميات قليلة منها حتى يتم تخفيف الضد في دم الشخص المستقبل للـــدم وهـــذه الحالة لا يحدث التصاق.

ملحوظة: قبل نقل الدم Blood transfusion لابد من أن نتأكد من أنه من نفس الفصيلة أولاً. عن طريق اختبار المستقبل والعكس بلازما دم المعطى مـــع كريـــات دم المستقبل وأخراً لم يحدث التصاق يمكن نقـــل الـــدم بـــسهولة أي يكـــون (متوافقـــاً) Canpatiable بواسطة إجراء اختبار التوافق Cross Match. ويبين الجـــدول رقـــم (١٧) فصائل الدم في الإنسان.

الجدول رقم (١٧). فصائل الدم في الإنسان Human Blood groups (According to ABO system).

	الفصيلة group		النسبة	التركيب الوراثي Genotype	المستضد Antigen كرات الدم	الضد "البلازما "Antibodg
١	(أ)	A	40%	AA ،iOA	A	B
٢	(ب)	B	10%	BB ،OB	B	A
٣	(أب)	AB	5%	AB	AB	لا يوجد ضد
٤	صفر	0	45%	00	لا يوجد	a ، b

عامل روسس Rhesus MonKey Factor (Rh factr)

عبارة عن بروتين خاص يوجد على كريات الدم الحمراء وذلك بنسبة 85٪ من الأشخاص يحملون هذا البروتين ولذلك يسمى (Rh + ve) والباقي ١٥٪ لا يحملون هذا البروتين لذلك يسمى (Rh − ve).

ملحوظة: لا يوجد ضد لهذا البروتين.

عند نقل الدم لابد أن يوضع هذا العامل في الاعتبار:

١- تظهر مشاكل مرضية نتيجة تعرض شخص -Rh إلى دم يحمل +Rh فيكون له الضد وتبقى في دمه وإذا تعرض مرة ثانية لنقل دم +ve البروتين (Rh+VE) يحدث تراص للدم ووفاة للشخص بعد ذلك . أي لا يمكن نقل الدم من شخص موجب إلى شخص سالب RH .

٢- في حالات الحمل إذا كانت الأم تحمل عامل روسس سالب وتزوجت من شخص يحمل عامل روسس موجب في هذه الحالة يكون الجنين يحمل العامل الموجب.

ثم عند الولادة يتسرب جزء من دم الجنين إلى دم الأم فيتكون الضد له Antibody. وعند حدوث حمل مرة ثانية بجنين موجب العامل يحدث تراص لدم هذا الجنين . ويولد الجنين وهو يحمل علامات الصفراء نتيجة تحلل كريات الدم ويطلق على هذه الحالة أرآم الحمر الجنيني Erythroblastosis fetalis وغالباً ما يتم إجهاض الجنين قبل الولادة ؟

لذلك يجب على السيدة الحامل معرفة نوع العامل Rh قبل الزواج أو الولادة وكذلك معرفة نوع العامل عند زوجها حتى يمكن تجنب حدوث مثل هذه الحالة . إذا كانت الأم سالبة العامل يجب أن تحقن عضاد الفصيلة (Anti D) خلال ٢٤ ساعة من الولادة حتى لا يحدث مشاكل للحمل الثاني بعد ذلك.

نقل الدم Blood trans fusion

الغرض من نقل الدم

١- استعاضة حجم الدم بعد حدوث نزيف .

٢- لتعويض نقص كريات الدم الحمراء في حالات الأنيميا Anaemia .

٣- في حالات الأمراض الترفية bleeding disease يتم نقل صفائح الدم إلى المريض .

٤- نقل بلازما الدم في حالات الحروق وحالات الفشل الكبدي – نقص الألبيومين Hypoproteinaemia Albumin.

٥- نقل الأجسام المناعية الضد في حالات نقص المناعة المكتسبة (AIDS)

الاحتياطات التي يجب توافرها قبل عملية نقل الدم

١- لابد من إجراء اختبار التوافق بين فصيلة الدم للشخص المستقبل للدم والشخص المعطى له بواسطة Cross match test .

٢- يجب نقل الدم من نفس الفصيلة وبنفس عامل (Rh) .

٣- لابد أن يكون الدم المنقول خالياً من جميع الأمراض المعدية عن طريق الدم مثل مرض الملاريا – نقص المناعة المكتسبة (AIDS) – الالتهاب الكبدي الوبائي و مرض الزهري .

٤- يجب أن ينقل الدم طازجاً ويمكن أن يتم تخزين الدم في درجة حرارة 4° درجة مئوية في فترة لا تزيد عن 12 يوماً بعد إضافة سترات صوديوم ، الدكتروز Dextrose .

خطورة نقل دم غير متوافق Dangers afincompatible blood transfusion

١- حدوث يرقان تحللي HaemalyTic Jaundice لكرات دم المعطى في دم المستقبل .

٢- حدوث التصاق لكريات دم المعطى داخل الشعيرات الدموية للشخص المستقبل ويحدث آلام شديدة .

٣- حدوث صدمة دموية وانخفاض حاد في ضغط الدم الشرياني للمستقبل نتيجة إفراز كميات كبيرة من مادة الهستامين Histamine الموسعة للشعيرات الدموية وتحدث انخفاض في الضغط .

٤- حدوث حساسية — ارتفاع في درجة حرارة الجسم — وقلة إفراز البول .

الجهاز اللمفاوي

هو جزء من جهاز المناعة في الجسم ويتكون من الغدد اللمفاوية وسائل اللمف

الغدد اللمفاوية

هي غدد تنتشر في الأعضاء المختلفة .

الأوعية اللمفاوية

هي جزء من الجهاز اللمفاوي والتي تنتشر في كل الجسم مثل الأوعية الدموية ولكن الاختلاف الأساسي أن ضخ الدم في الأوعية الدموية يكون عن طريق القلب كمضخة ولكن الأوعية اللمفاوية ينساب سائل اللمف بشكل سلبي ويدفع عن طريق العضلات .

الليمف Lymph

يتكون السائل النسيجي Tissue Fluid أثناء عملية ترشيح المــواد مــن الأوعيــة الدموية تحت تأثير الضغط المائي السكوني hydrostatic Pressuse في الفسح بين الخلايا . ويسمى هذا السائل اللمف . عند دخوله في الأوعية الليمفاوية عائداً إلى القناة الصدرية الليمفاوية إلى الدورة الدموية مرة أخرى .

تركيب الليمف

يماثل البلازما في التركيب باستثناء احتوائه على كميات قليلة مــن بروتينــات البلازما حوالي ٢,٦٪ بينما البلازما ما تحتوي على ٤,٨٪ .

وظائف اللميف

١- نقل المواد بين الخلايا والدم (حيث إن الدم ينقل الأكسجين والغــذاء) إلى اللمف عن طريق الشعيرات الدموية ويحملها السائل اللمفاوي إلى الخلايا .

٢- يحمل اللمف من الخلايا البروتينات المصنعة فيهــا ونــواتج الاســتقلاب والمخلفات الناتجة عن العمليات الحيوية التي تتم داخل الخلايا للتخلص منها .

٣- نقل الدهون الممتصة من الأمعاء إلى الدورة الدموية عــن طــرق القنــاة الصدرية الليمفاوية إلى الوريد الأجوف السفلي .

٤- نقل فيتامين K عبر الدم إلى الكبد للمساعدة على تكوين عوامل التخثر .

٥- إمداد الدم بالخلايا الليمفاوية للدفاع عن الجسم .

السائل المخي النخاعي Cerebrospinal fluid Brain

هو السائل المحيط بالأنسجة الدماغية "المخ" وتمتد داخل الحبل الــشوكي Spinal cord ويفرز من الضفيرة المشيمية Choroid plexuses .

الضفيرة المشيمية

عبارة عن مجموعة من الأوعية الدموية على شكل ثمـــرة القـــرنبيط وتوجـــد في البطينات الموجود في المخ خاصة البطينات الجانبية وكذلك البطين الثالث والرابع وتفـــرز بمعدل 500 مل يومياً في الإنسان ولكن هذه الكمية هي أربعة أضعاف الكمية الموجودة فعليا في الجهاز العصبي المركزي وهي حوالي (٢٠٠- ١٥٠) مل .

آلية إفراز السائل المخي النخاعي

١- يمر السائل من البطينات الجانبية إلى البطين الثالث والرابع ثم عبر القناة الداخلية للحبل الشوكي بمساعدة الأهداب الموجودة على الخلايا المفرزة له .

٢- يتسرب السائل إلى الفراغ تحت العنكبوتي ليحيط بالدماغ والحبل الشوكي.

٣- يتم امتصاص السائل عبر الزغابات العنكبوتية إلى الجيوب الوريدية.

٤- يشكل هذا السائل ضغطاً مائياً سكونياً في الفراغات التي يملؤها ويساوي 10 مليمتر زئبق وهو أقل من الضعف الوريدي .

تركيب السائل المخي النخاعي

١- يماثل تركيب البلازما ولكنه لا يتخثر . سائل مائي قلوي يحتـــوي علـــى أملاح الصوديوم – الكلور – ماغنسيوم – جلوكوز – كرياتين – قليـــل مـــن البوتاسيوم والبيكربونات .

٢- كثافته النوعية 1008 -1005 .

٣- يحتوى على انظيم الكوبونك اهديرز وهو المسؤول عن اتحاد الماء مع ثـــاني أكسيد الكربون – حمض الكربونيك الذي يتأين إلى بيكربونات + هيدروجين .

حيث لا يمر البيكربونات من الحاجز الدماغي الدموي وتعادل البيكربونات الأحماض الناتجة عن نشاط الخلايا العصبية والخلايا الدبقية .

وظائف الأغشية والسائل الدماغي

١- حماية الدماغ والحبل الشوكي حيث تعمل كوسادة مائية ضد الصدمات.

٢- السائل الدماغي يقوم بوظيفته الغذاء والإخراج للجهاز العصبي حيث لا يوجد أوعية ليمفاوية .

٣- الحفاظ على مستوي الكهارك "الشواردات" في الدماغ من خلال التبادل بين السائل المخي النخاعي والسائل حول الخلايا .

٤- نقل غازات الأكسوجين – ثاني أكسيد الكربون بسهولة .

٥- نقل الجلوكوز والمواد سريعة الذوبان في الدهون عبر الحاجز الدماغي .

٦- يمثل الحاجز حماية ووقاية للأنسجة العصبية من المواد الضارة .

٧- هناك بعض العقاقير يمكن أن تمر عبر الحاجز الدماغي مثل ايرثروميسين – سلفاديازين ولكن البنسلين – الكلورنتراسيكين لا تمر من الحاجز في حالات علاج الالتهاب السحائي Cephilits .

الفصل الخامس

القلب والجهاز الدوري

يختص الجهاز الدوري بضخ وتوصيل كل من الدم والليمف إلى أجزاء الجسم المختلفة حيث يتم تزويدها بالمواد الغذائية التي سبق امتصاصها من الأمعاء، وإمدادها بالأكسجين اللازم لعمليات التأكسد.

وعن طريق الجهاز الدوري يتم نقل المواد المختلفة إلى مناطق الإخراج وكذا التخلص من ثاني أكسيد الكربون:

وينقسم الجهاز الدوري إلى:

١- الجهاز الدوري الدموي.

٢- الجهاز الدوري الليمفي.

١- الجهاز الدوري الدموي

ويتكون من القلب والأوعية الدموية:

القلب The Heart

وظيفة القلب هي ضخ الدم الذي يصله من الأوردة في الشرايين ويتحقق ذلك بتعاقب انقباض وانبساط عضلة القلب. ويعرف تقلص العضلة القلبية بالانقباض systole

واسترخاؤها بالانبساط diastole ولو توقف القلب عن ضخ الدم ولو لفترة قصيرة تحدث تغيرات مهمة سرعان ما تؤدي إلى الوفاة .

ويزن قلب الإنسان حوالي ٣٥٠ جم ، ويقدر حجم قلب الشخص البالغ بحجم قبضة اليد ، والقلب عضو عضلي أجوف يوجد في منتصف الصدر بين الرئتين وخلف عظم القص . وتكون عضلة القلب السميكة myocardium الجزء الرئيس من جدار القلب . ويبطن السطح الداخلي لهذه العضلة طبقة رقيقة من خلايا ظهارية ، تشبه الطبقة التي تبطن تجاويف الأوعية الدموية ، تسمى الشغاف ويوجد على السطح الخارجي لعضلة القلب غشاء رقيق مصلي ينطوي على نفسه ليكون غشاء آخر يغلف القلب من الخارج يسمى التامور pericardium ويوجد بين الغشاء بين المصليين تجويف ممتلئ بسائل . ويعمل هذا السائل على ترطيب سطح القلب . كما يساعد القلب على الحركة بحرية وبأقل احتكاك ممكن عند انقباضه وانبساطه .

وتتألف عضلة القلب myocardium من ألياف عضلية قلبية مرتبه في عدة طبقات وتكون هذه الألياف جدران الأذينين والبطينين ، كما تكون الحاجز الذي يفصل بين الأذينين والآخر الذي يفصل بين البطينين ، ولا يوجد أي اتصال نسيجي بين الألياف العضلية للأذينين والألياف العضلية للبطينين ، ولكن يوجد في القلب – أنسجة متخصصة تقوم بتوصيل الإشارة العصبية من الأذينين إلى البطينين .

حجرات القلب Heart Chambers

يتكون القلب من أربع حجرات : أذينان atria وبطينان ventricles ولا يوجد اتصال بين الأذينين إذ يفصلهما حاجز عضلي يسمى " الحجاب بين الأذينين " inter-auricular septum كما يوجد حاجز عضلي سميك بين البطينين inter- septum ventricular وعلى هذا يمكن اعتبار القلب مقسوما طوليا إلى قسمين أيمن وأيسر يتكون

كل قسم من أذين وبطين وينفصل الأذينان عن البطينين انفصالا تاما ولا يوجد أي اتصال عضلي بينهما بل يوجد بينهما أخدود مستمر حول القلب بكامله يسمى الأخدود التاجي coronary groove .

وبينما نجد جدران الأذينين رقيقة ولونها أحمر غامق ، فإن جدران البطينين أسمك ولونها افتح من لون الأذنين ويعكس هذا الفرق الواضح في سمك الجدار بين الأذينين والبطينين مدى الفرق في العمل المطلوب من كل منها . فبينما نجد أن الوظيفة الرئيسة للأذينين هي استقبال الدم من الأوردة (الأوردة الرئوية علي الجانب الأيسر من القلب و الوريد الأجوف العلوي والوريد الأجوف السفلي علي الجانب الأيمن من القلب) وخزنه أثناء قيام البطينين بالانقباض ، فإن وظيفة البطينين هي ضخ الدم بقوة وتحت ضغط إلى الشرايين(الشريان الأبهر أو الأورطي في الجانب الأيسر من القلب والشريان الرئوي في الجانب الأيمن من القلب). وبما أن الأذينين ينقبضان – مثل البطينين – إلا أن معظم الدم الموجود فيها يكون – عند انقباضهما – قد انتقل فعلا إلى البطينين نتيجة الفرق في الضغط بين الحجرتين وتجدر الإشارة إلى أن الأذين الأيسر في الوضع الطبيعي للقلب يقع فوق الأذين الأيمن بحيث أن الأذينين معا يكونان محورا رأسيا يقع خلف القفص بينما يتجه البطينان قليلا إلى يسار الخط النصفي وقد أدى هذا إلى الاعتقاد السائد بأن القلب يوجد في الجانب الأيسر من القفص الصدري .

ويتميز جدار البطين الأيسر بأنه أسمك من جدار البطين الأيمن و يمكن تفسير هذا الفرق في سمك جدار البطينين في ضوء العمل الذي يؤديه كل منهما فعندما ينقبض البطين الأيسر فإنه يضخ الدم في الأورطى الذي يوزعه على جميع أعضاء الجسم ما عدا الرئتين ، في حين أن البطين الأيمن يضخ الدم عند انقباضه في الشريان الرئوي الذي يغذى الرئتين فقط، وهما قريبتان جدا من القلب ، ولهذا نجد أن ضغط الدم الانقباضي في الأورطي يصل إلي ١٢٠ مم زئبق بينما لا يتعدى هذا الضغط ٣٠مم زئبقي في

الشريان الرئوي . وعلاوة على الفرق في سمك الجدار بين البطينين يمكن تمييز السبطين الأيسر بسهوله لأنه يكون بمفرده النهاية المستديرة للقلب و المتجهة نحو الحجاب الحاجز والمسماة بالقمة Apex.

صمامات القلب Valves of heart

يجرى الدم داخل القلب في اتجاه واحد فقط: من البطينين إلي الأورطي و الشريان الرئوي، ويعود السبب في جريان الدم داخل القلب في هذا الاتجاه الواحد إلي وجود جهاز من الصمامات يعمل بكفاءة عاليه ، ويحرس الفتحات الموجودة بين حجرات القلب، وبين القلب والشرايين الكبيرة الصادرة منه. وتنقسم هذه الصمامات إلي مجموعتين:

١- صمامان يوجدان بين الأذينين والبطينين Artiovetricular valves للاختصارvalves A-V يحرسان الفتحتين بين الأذينين والبطينين، ويتألف الصمام الذي يحرس الفتحة بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن من ثلاث شرفات cusps ولهذا يعرف بالصمام ذي الثلاث شرفات tricuspid valve ويسمح هذا الصمام للدم بالمرور من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن، ولكنه يمنع مرور الدم في الاتجاه المعاكس. أما الصمام الثاني التابع لهذه المجموعة ، والذي يحرس الفتحة بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر، فإنه يشبه الصمام الأول ولكن يختلف عنه في أنه يتألف من شرفتين فقط بدلا من ثلاث، ولهذا يعرف بالصمام ذي الشرفتين أو الصمام المترالي Mitral valves.

٢- صمامان شريانيان arterial valves يعرفان أيضا باسم الصمامين الهلاليين semilunar valves يحرسان الفتحتين بين البطينين والشريانين الصادرين منها. فعند منشأ الأورطي من البطين الأيسر يوجد صمام يحرس الفتحة بين البطين

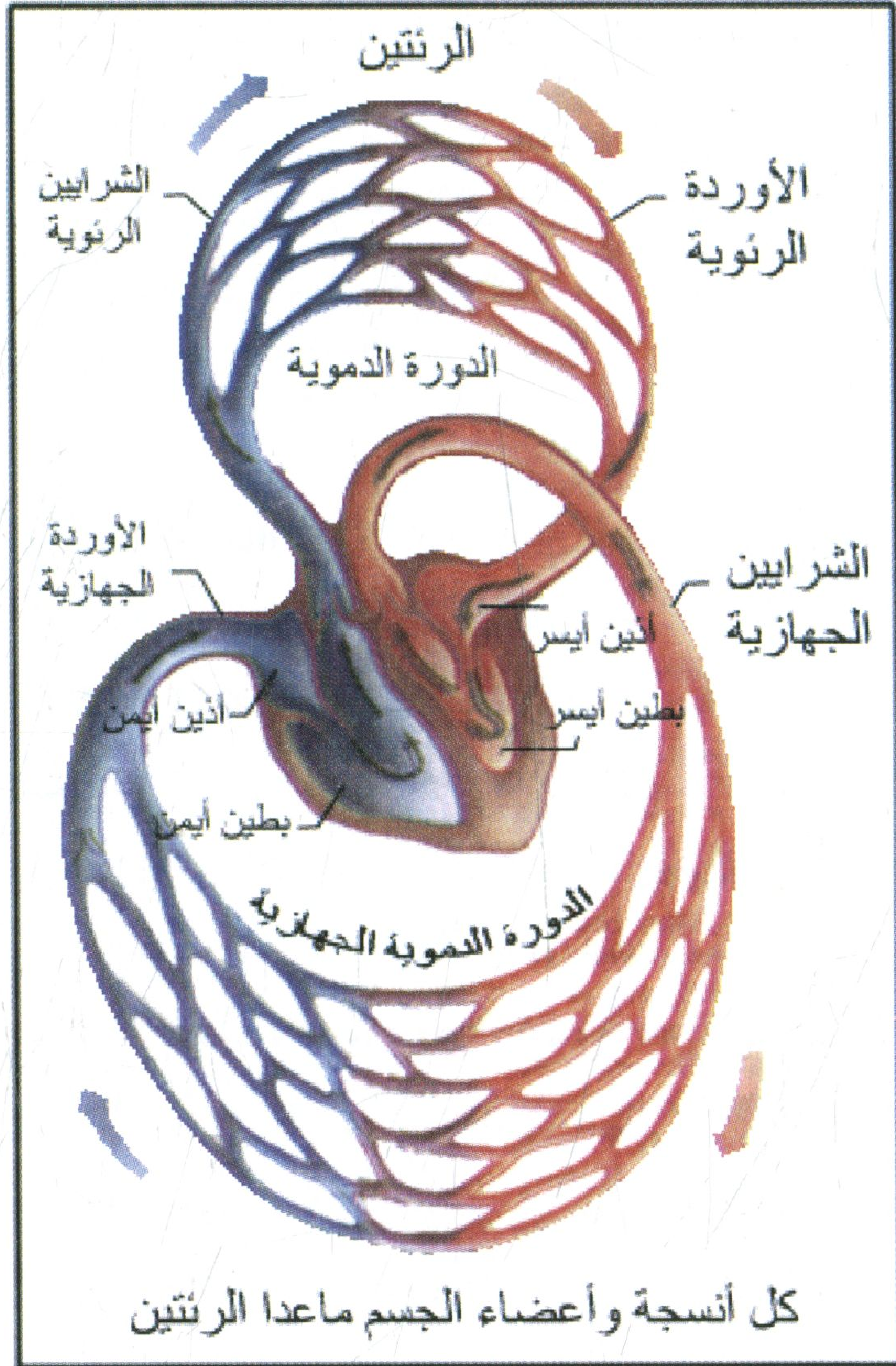
الأيسر والشريان يعرف بالصمام الأورطى aortic valve ويمنع هذا الصمام رجوع الدم من الأورطي إلى البطين الأيسر ويوجد الصمام الثاني عند منشأ الشريان الرئوي، ويحرس الفتحة بينه وبين البطين الأيمن، ويعرف بالصمام الرئوي pulmonary valve ويسمح هذا الصمام بمرور الدم من البطين الأيمن إلى الشريان، ولكنه يمنع رجوع الدم منه إلى البطين الأيمن.

ويتألف كل من هذين الصمامين من ثلاث شرفات هلالية الشكل تبرز على شكل جيوب من البطانة الداخلية للشريان، تتصل كل شرفة بجدار الشريان بينما يقع طرفها المقوس في تجويف الشريان. وعندما تمتلئ هذه الشرفات بالدم تلتقي أطرافها معا. وتقترب الواحدة من الأخرى في وسط تجويف الشريان وبذلك تغلق الفتحة تماما ويمنع رجوع الدم إلى البطين.

الأوعية الدموية Blood Vessels

وتوجد منها ثلاثة أنواع رئيسة: الشرايين والأوردة والشعيرات. تنقل الشرايين arteries الدم من القلب إلى أجزاء الجسم المختلفة ، في حين تنقل الأوردة veins الدم من أجزاء الجسم المختلفة إلى القلب، باستثناء الأوردة البابية portal veins التي تنقل الدم إما إلى الكبد أو إلى الكليتين بدلا من القلب . أما الشعيرات capillaries فهي أصغر الأوعية الدموية ولا يزيد قطرها عن قطر كريا ت الدم الحمراء (٧- ٨ ميكرونات) وهى تكون نهاية الشرايين وبداية الأوردة. وكقاعدة عامة ، توصل الشعيرات الشرايين بالأوردة ويستثنى من القاعدة الشعيرات الموجودة في كريات ملبيجى في الكلية التي توصل شريانا بشريان، والشعيرات الموجودة في الكبد التي توصل الوريد البابى الكبدي بالوريد الكبدي، أي توصل وريدا بوريد.

وتتميز الشرايين بأن جدرانها سميكة وقوية، وهي تنقل الدم تحت ضغط أعلى بكثير من الضغط في الأوردة والشعيرات. أما الأوردة فجدرانها أرق كثيرا من الشرايين. وتوجد في الأوردة الكبيرة صمامات valves تمنع رجوع الدم وتجعله يسلك اتجاه القلب (انظر الشكل رقم ٣٢).



الشكل رقم (٣٢). الدورة الدموية "الجهازية والرئوية".

خصائص عضلة القلب Properties of Cardiac muscle

تختلف عضلة القلب "الأذينين والبطينين" عن العضلات الهيكلية والعضلات الملساء الموجودة في جسم الإنسان من عدة نقاط.

أن أقسام القلب تنبض أو تنقبض عادة بتتالي منتظم فينقبض الأذينان (atria) ويطلق عليه الانقباض الأذيني (atria systole) ويشغل حوالي ٠,١ من الثانية من الدورة القلبية يتلوه انقباض البطين الأيسر والأيمن معا ويطلق عليه Ventricular systole وينقبض البطين لمدة ٠,٣ من الثانية.

ثم يرتخي الأذين لمدة ٠,٧ من الثانية ويرتخي البطين لمدة ٠,٥ من الثانية وهي طول فترة الدورة القلبية حوالي ٠,٨٥ من الثانية حيث إن النبض Pulse أو معدل القلب Heart Rate يمثل حوالي ٧٠ مرة في الدقيقة أي أن الدقيقة ٦٠ ثانية تقسم على عدد نبضات القلب ٧٠ مرة أي حوالي ٠,٨٥ من الثانية وهي مدة الدورة القلبية Cardiac Cycles أي انقباض الأذينين والبطينين بانتظام لدفع الدم في الدورة الجهازية Systemic Cirucluation على الجانب الأيسر من القلب والدورة الرئوية Pulmonary Cirucluation على الجانب الأيمن من القلب.

ينقبض الأذين الأيمن والأيسر معا كوحدة واحدة وينطبق عليه قانون الكل أو لا شيء All or Non law . ثم ينقبض كل من البطين الأيسر والأيمن كوحدة واحدة أثناء دفع الدم في الشرايين ويفسر عمل القلب كعضلة واحدة وجود أقراص بينية Intercalated discs بين الخلايا العضلية تجعل كل قسم من القلب يعمل كوحدة عضلية واحدة.

أهم خصائص عضلة القلب

١- الانقباضية هي قدرة عضلة القلب على الانقباض بانتظام.

٢- التوصيل (الجهاز الناقل) هو جهاز خاص داخل عضلة القلب.

٣- النسقية.

٤- الاستشارية.

١- الانقباضية Contractility

هي قدرة عضلة القلب على الانقباض والارتخاء diastole وتزداد قدرة عضلة على الانقباض بزيادة طول عضلة القلب قبل الانقباض أي أثناء الراحة أو في فترة الارتخاء وفى حدود معينة ولكن يحدث العكس وتقل قدرة عضله القلب على الانقباض في حالة زيادة طول العضلة في حالة الفشل القلبي.

أما في الحالات الفسيولوجية فتحدث زيادة في معدل انقباض عضله القلب يعمل علي دفع الدم من القلب إلي الشرايين المتصلة بالقلب في الدورة الدموية الجهازية أو الرئوية systemic circulation , pulmonary circulation.

فعند زيادة معدل رجوع الدم الوريدي إلى الأذين الأيمن يزداد معها انقباض الأذين ويدفع الدم ويعقبها زيادة في الدورة الرئوية ويعقبها زيادة على الجانب الأيسر من القلب. ويطلق علي هذا القانون قانون استارلينج starling's low.

٢- التوصيل Conductivity: (الجهاز الناقل)أو جهاز التوصيل داخل القلب

تنشأ ضربات القلب في جهاز ناقل قلبي خاص يسمي conductive system ويوجد هذا الجهاز في جميع أجزاء القلب (انظر الشكل رقم ٣٣، ورقم ٣٤؛ والجدول رقم ١٨)، ويتكون من:

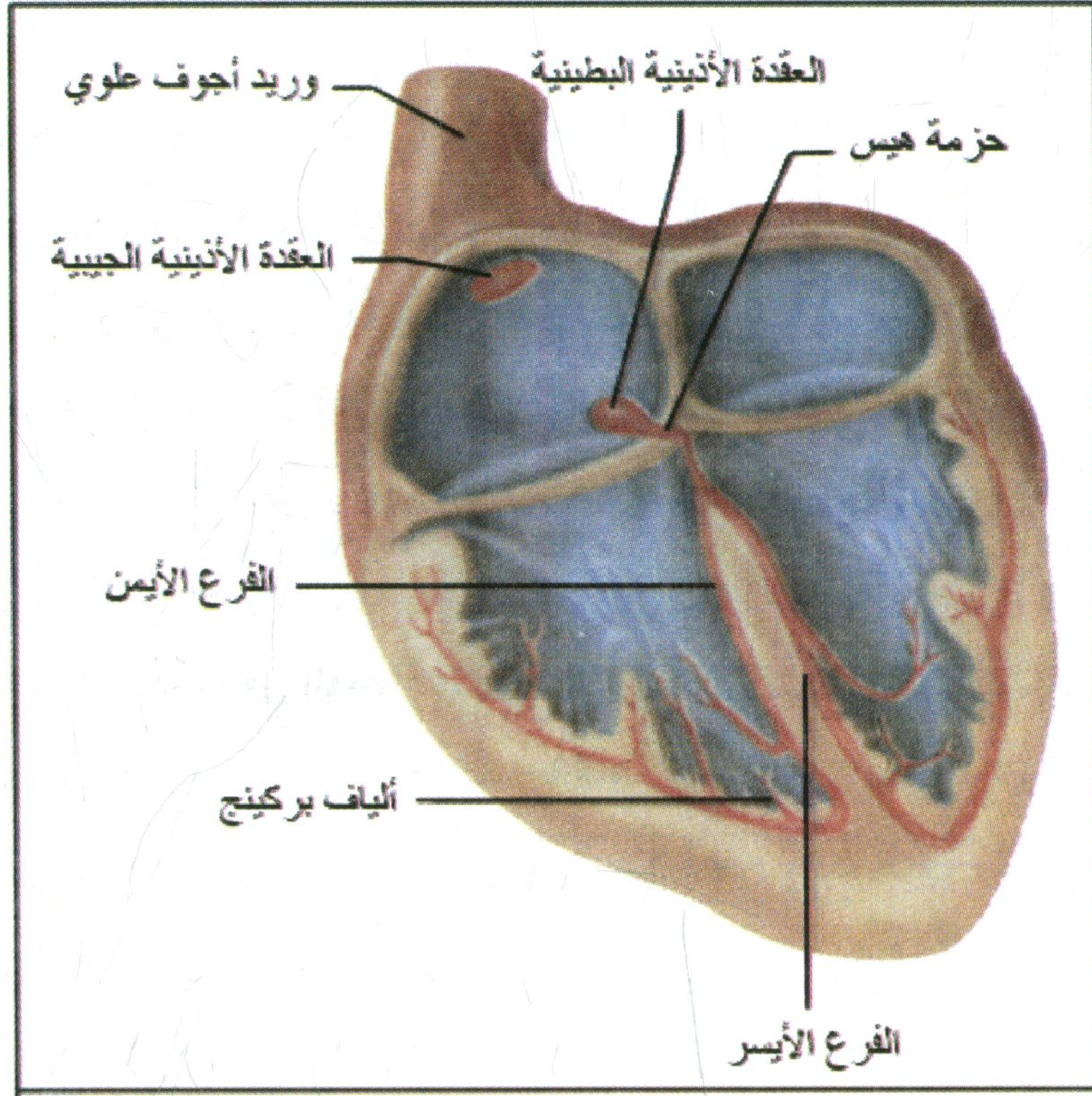
١- العقد الجيبيه الأذينية "S.A.N".

٢- الطرق داخل العقدة الأذينية.

٣- العقده الاذينيه البطينة "A.V.N.".

٤- حزمة هيس Hiss bundle.

٥- ألياف بوركينج Parkinje's fibers.



الشكل رقم (٣٣). جهاز توصيل السيالات العصبية داخل القلب.

أولاً: العقدة الجيبية الأذينية (S.A.N): توجد هذه العقدة عند اتصال الوريد الأجوف العلوي مع الأذين الأيمن وتعتبر هذه العقدة ناظم الخطي القلبي الطبيعي Pace-maker of the cardiac muscle، ووظائف العقدة الجيبية الأذينية هي:

١- تقوم العقدة الجيبية الأذينية بإرسال السيالات العصبية في الحالة الطبيعية بشكل أسرع.

٢- تنتشر هذه السيالات من هذه العقدة إلى المناطق الأخري من القلب.

٣- يبدأ فيها نزع الأستقطاب أو إزالة القطبية Depolarization ثم ينتشر في كل جهازالتوصيل أو الناقل داخل القلب من الأذين إلى العقدة

الأذينية البطينية AVN.

٤- تمر هذه السيالات إلى العقدة الأذينية البطينية عبر الطرق الشريانية.

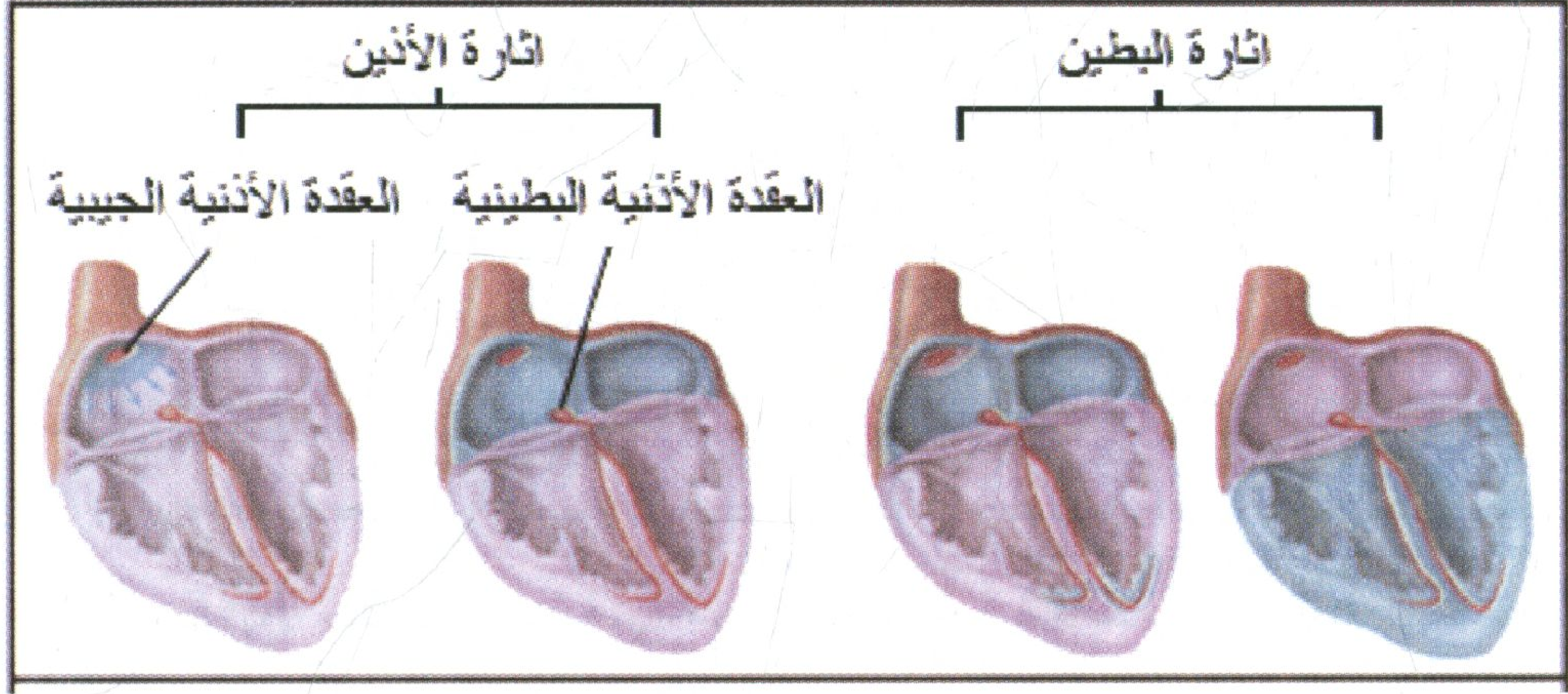
٥- تتصل هذه العقده علي الجانب الأيمن من القلب بالعصب المبهم أو العصب الحائر vagus n. ويعمل هذا العصب علي تهدئة انقباض هذه العقدة من ١٢٠ نبضة في الدقيقة إلى حوالي ٧٠ نبضة وهو المعدل الطبيعي للنبض في الإنسان أثناء الراحة ولكن يزداد هذا المعدل عند بذل مجهود عضلي ويرتفع بذلك عدد ضربات القلب.

ثانياً: الطرق داخل العقدة الأذينية: تمر السيالات العصبية عبر عضلات الأذين إلى العقدة الأذنية البطينية . يوجد ثلاث حزم من الألياف الأذينية تحتوي على ألياف تشبه ألياف بوركينج تربط بين العقدتين. وهي عبارة عن ثلاث طرق أمامية لباخمان ومتوسطة لفان كيباخ وخلفية لتوريل و لكن يوجد شك حول دور هذه الحزم في التوصيل في مقابل خلايا عضلة الأذين.

ثالثاً: العقدة الأذنية البطينيه (A.V.N): وتوجد في الجزء الخلفي من الحاجز بين الأذينين وتتصل هذه العقدة بحزمة هيس. ويقل معدل التوصيل في هذه العقدة لغرض وظيفي هام وهو إعطاء الوقت الكافي لانقباض البطين بعد الأذين وتنظيم انقباض القلب أي انقباض الأذين يتلوها انقباض البطين عند زيادة وقت التوصيل داخل هذه العقدة يحدث ما يطلق عليه حصر جزئي للقلب Incomplete Heart Block وعند انقطاع وصول السيالات أو الانقباضات العصبية داخل القلب يحدث الحصر الكلي للقلب.

رابعاً: حزمة هيس Hiss bundles: وتوجد تحت (AVN) وتتفرع إلى فرع أيسر في قمة الحاجز بين البطين وتستمر كفرع أيمن ثم ينقسم الفرع الأيسر إلى حزمة أمامية وحزمة خلفية وتنزل الفروع والحزم الناقلة إلى أسفل القلب وتتصل مع ألياف بوركينج.

خامساً: ألياف بوركينج Parkinje's fibers: هي عبارة عن ألياف لتوصيل السيالات العصبية لكل جزء من البطين وتنتشر هذه الألياف مكونة جهاز بوركينج.



الشكل رقم (٣٤). انتقال السيالات العصبية داخل القلب.

الجدول رقم (١٨). معدل انتقال السيالات العصبية أو الإشارات العصبية في نسيج القلب.

		معدل التوصيل متر/ ثانية
العقدة الجيبيه الأذينية	(SAN)	0.05 متر
الطرق الأذينية "عضلة الأذين"	Atrial ways	1 متر
العقدة الأذنية البطينيه	(AVN)	0.05 متر
حزمة هيس	Hiss bundles	1 متر
جهاز بوركينج	Parkinje's fibers	4 متر
عضلة البطين	Ventricles	1 متر

٣- معدل النسقية (النظمية)

وهي قدرة عضلة القلب على الانقباض بشكل منتظم ومنسق حيث تتبع عضلة القلب انقباض(SAN) وهو 120 مرة/ دقيقة تنخفض إلى حوالي 70- 80 نبضة في الدقيقة نتيجة تأثير الجهاز العصبي نظير الودي. والعوامل المؤثرة على معدل النسقية:

١- الجهاز العصبي الذاتي "الودي ونظير الودي": يعمل الجهاز العصبي نظير الودي على خفض معدل النسقية وينخفض معدل ضربات القلب والعكس صحيح.

٢- درجة الحرارة: زيادة معدل درجة حرارة الجسم درجة واحدة مئوية يعمل على زيادة ضربات القلب بمعدل 10 مرات في الدقيقة أكثر من النبض العادي. ويحدث هذا في حالات الحمى . حيث ترتفع درجة حرارة الجسم نتيجة تأثير السموم البكتيرية على مراكز التحكم في درجات الحرارة في جسم الإنسان وهذه المراكز موجودة في المخ في منطقة تحت المهاد أو Hypothalamus. وتحدث هذه المراكز توازناً في درجة حرارة الجسم في الحالات الفسيولوجية . أما في حالة حدوث الحمى فتزداد درجة حرارة الجسم نتيجة فقط السيطرة على المركز المسؤول عن خفض درجة حرارة الجسم. وبالتالي تزداد درجة حرارة الجسم عن 37.2 درجة مئوية. ويزداد معدل انقباض القلب نتيجة التأثير على مراكز إسراع القلب الموجودة في النخاع المستطيل في جذع المخ.

٤- الأستثارية Excitability

هي قدرة عضلة القلب على الاستجابة للمؤثرات الخارجية أو الداخلية Stimuli .

تحدث الاستجابات الكهربائية Response لعضلة القلب والنسيج العقدي نتيجة توزيع شوارد الصوديوم والبوتاسيوم حول الغشاء الخلوي لعضلة القلب . حيث يبلغ الكمون الغشائي للألياف العضلية القلبية في حالة الراحة أو Resting membrane potential (RMP) وهو يعادل حوالي -٩٠ ميلي فولت (mV). حيث يتم توزيع شوارد الصوديوم (NA+) فى خارج غشاء الخلية وشوارد البوتاسيوم (K+) داخل الخلية نفسها. وأيضا نفاذية هذا الغشاء لها دور هام فى تحديد هذه الخاصية وتعمل أيضا مضخة الصوديوم والبوتاسيوم على ضخ شواردات الصوديوم خارج الغشاء ودفع شواردات البوتاسيوم

داخل الخلية وذلك بعد عودة استقطاب الغشاء الخلوي Repolarization. وينقسم منحنى الاستثاريه إلى عدة مراحل:

١- مرحلة عدم الأستجابة المطلقة أو الحرون المطلق Absolute refractory period ويكون معدل الاستجابة فيها يساوى صفراً نتيجة حدوث إزالة القطبية Depolarization

٢ - مرحلة الأستجابة النسبية :Relative refractory period

ويحدث فيها استجابة نسبية نتيجة عودة القطبية تدريجيا حتى تصل إلى مستوى ١٠٠٪. نتيجة دخول عنصر البوتاسيوم إلى داخل الخلايا تدريجيا.

٣- مرحلة ما بعد الفعل الكامن السالبة.

٤- مرحلة ما بعد الفعل الكامن الموجبة.

عند إثارة عضلة القلب بواسطة مؤثر أو منبه حد العتبة أو الحد الأدنى Threshold stimulus يحدث استجابة بعد فترة فتسمى فترة الحرون المطلق ويحدث نزع الأستقطاب أو انقلاب القطبية فى هذه الحالة تتدفق شواردات الصوديوم عبر أقنية وقنوات الصوديوم (السريعة الأنفتاح) الموجوده فى الغشاء الخلوي لعضلة القلب.

ويتدفق شواردات الكالسيوم ++Ca ببطء من خلال أقنية الكالسيوم البطيئة الانفتاح ويحدث إزالة الاستقطاب Depolarization.

عودة القطبية :epolarization

يحدث عودة للقطبية على الأغشية الخلوية لعضلات القلب نتيجة تدفق شوارد البوتاسيوم +K من خلال نمطين من اقنية البوتاسيوم +K وذلك لعودة القطبية ويحدث تيار داخلي تصحيحي وتيار ضعيف متأخر من خلال التسجيل بواسطة تخطيط القلب ECG أو الفعالية الكهربية الناتجة فى كل الألياف العضلية القلبية.

الفعل الكامن للناظم الخطى

Pace- maker action potentials

إن الخلايا المحررة للنظم تملك فعلاً كامناً للغشاء الخلوى ينخفض بعد كل نبضة إلى مستوى الإطلاق ولذلك فإن الفعل الكامن للخطي يؤدي إلى بدء حدوث النبضة التالية.

الدورة القلبية والأصوات القلبية

Cardiac cycle

تعريف الدورة القلبية

يحدث موجة من التقلص تنتشر عبر عضلة القلب وتبدأ فورا بعد إزالة القطبية في عضلة القلب وتستمر حوالي ٥٠ ميلي ثانية على اكتمال عودة القطبية وتبد أ الدورة القلبية بانقباض الأذين بعد الموجة P في ECG لمدة واحد من عشرة من الثانية أما انقباض البطين فيبدأ قرب نهاية الموجة R وينتهي بعد الموجة T وينتج عن هذا الانقباض د فع الدم في الشرايين وانتقال الدم عبر الحجرات القلبية.

مراحل الدورة القلبية

١- مرحلة انقباض الأذين Atrial systole.

٢- مرحلة انقباض البطين Ventricular systole.

وتشمل مرحلة انقباض أسوي القياس؛ ومرحلة الدفع السريع للدم في الشرايين؛ ومرحلة الدفع البطيء؛ ومرحلة ارتخاء أسوي القياس؛ ومرحلة امتلاء للبطين بالدم سريع وبطيء ثم تبدأ الدورة القلبية الجديدة وتأخذ كل دورة حوالي ٨، من الثانية أو ٨٠ ميلي ثانية يأخذ منها الأذين حوالي واحد من عشرة من الثانية في مرحلة الانقباض وحوالي ٧. من الثانية في فترة الارتخاء الأذيني.

وتأخذ فترة انقباض البطين حوالي ٣، من الثانية وفترة الارتخاء حوالي ٥،من الثانية، ويحدث دفع لحوالي ٣٠٪ من الدم من الأذين إلى البطين أثناء انقباض الأذين، ويحدث مرور للباقي حوالي ٧٠٪ من الدم أثناء مراحل الامتلاء السريع والبطيء.

يتم دفع الدم في مرحلة الدفع السريع ويصل ضغط الدم في البطين الأيسر حوالي ١٢٠ميلي متر زئبق حيث يمتد هذا المعدل إلى الشرايين أثناء انقباض القلب وهو أعلى معدل يحدث في الشرايين ويمثل الضغط الانقباضي ولكن على الجانب الأيمن من القلب نجد أن الضغط داخل البطين الأيمن يصل حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق ويصل الضغط داخل الشريان الرئوي الذاهب إلى الرئتين حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق مما يعطي الفرصة لعملية تبادل الغازات في الرئتين ولكن نجد أن الضغط في الشرايين المتصلة بالقلب ماعدا الشريان الرئوي تكون أعلى حتى يصل الدم إلى الأنسجة المختلفة تحت تأثير الضغط.

ويحدث انقباض أسوي القياس للبطين في هذه الحالة تكون كل صمامات القلب مغلقة ثم يعقبها دفع للدم في الشرايين ويحدث ارتخاء أسوي القياس وتكون كل صمامات القلب مغلقة ثم تفتح الصمامات بين الأذين والبطين ويمر الدم. وتفتح الصمامات الهلالية أثناء مرحلة دفع الدم في الشرايين وحين تغلق هذه الصمامات يحدث الصوت الثاني للقلب ولكن ينتج الصوت الأول للقلب نتيجة غلق المفاجئ للصمامات بين الأذين والبطين، (انظر الشكل رقم ٣٥).

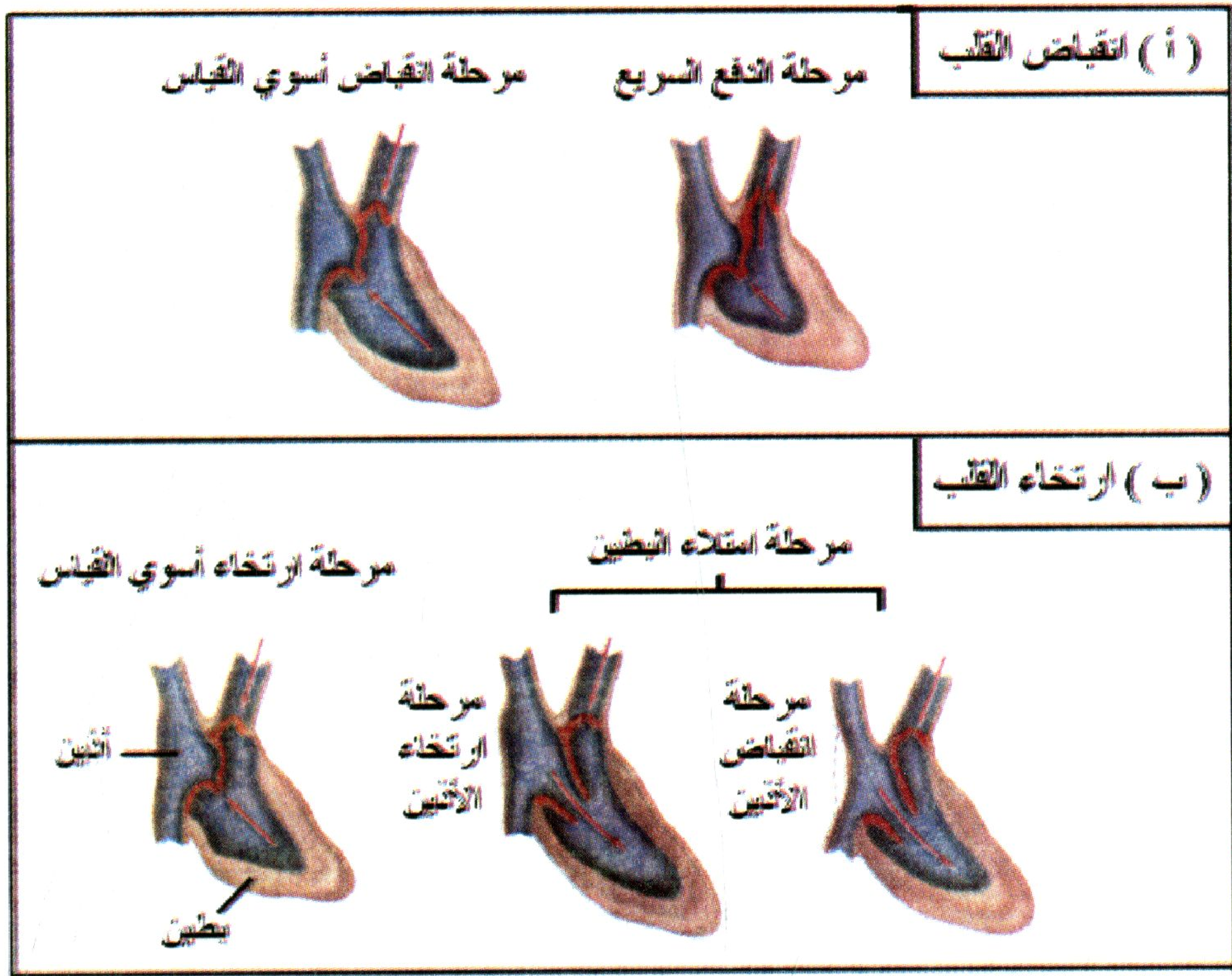
تخطيط القلب الكهربائي

Electrocardiogram (ECG)

يحدث أثناء الدورة القلبية عدة تغيرات منها التغيرات الكهربائية في الكمون الغشائي لعضلة القلب. وتعتبر سوائل الجسم نواقل جيدة حيث إن جسم الإنسان الحي هو ناقل حجمي وبالتالي يمكن تسجيل التغيرات الكمونية أو كهرباء القلب وتسجل هذه التغيرات بواسطة جهاز يسمى جهاز تخطيط القلب الكهربائي أو جهاز يقيس فرق

الجهد الكموني لعضلة القلب وذلك على ورق متحرك بعد توصيل مجموعة من المسار الكهربية أو الكاشف ويطلق عليها الأتجاة (Lead).

وهذه التغيرات في الكمون الغشائي تعكس المجموع الجبري للكمون في ألياف العضلة القلبية. ويوجد نوعان من التسجيل هما الاتجاهات وحيدة القطب ويطلق عليها Unipolar lead والاتجاهات ثنائية القطب Bipolar lead.



الشكل رقم (٣٥). يوضح مراحل الدورة القلبية.

أولا: الاتجاهات ثنائية القطب (القياسية)

هي اتجاهات قياسية عبارة عن Lead I, II, III وكانت تستخدم قبل اكتشاف الاتجاهات أحادية القطب.

ويسجل الاتجاه I فرق الجهد أو الكمون بين طرفين هما الذراع الأيسر وهو إيجابي والذراع الأيمن وهو سلبي.

الاتجاه II ويسجل الكمون بين الذراع اليمني والساق اليسرى وهي ايجابية.

الاتجاه III ويسجل الكمون بين الذراع الأيسر والساق اليسرى وهي ايجابية.

ثانيا: الاتجاهات وحيدة القطب

يتم فيها استخدام تسع اتجاهات إضافية وهي الاتجاهات تسجل الاختلافات الكمونية بين مسري كاشف ومسري غير متمايز ويوجد أيضا ستة اتجاهات صدرية أحادية القطب وهي اتجاهات أمام القلب ويرمز لها بالرمز V6 ← V1 وثلاثة اتجاهات أحادية القطب للأطراف وهي الذراع الأيمن VRوالذراع الأيسر VL، والقدم اليسرى وهي VF وتستعمل عادة اتجاهات الأطراف الإضافية وهي aVR aVF , aVL، تسجل الاختلافات الكمونية بين مسرى كاشف ومسرى مرجعي. وهذا يؤدي إلى زيادة حجم الكمونات بحوالي ٥٠ ٪ دون أي تغير في أشكال التسجيلات الأخرى غير الإضافية .

الموجات المختلفة لتخطيط القلب ووصفها

١- الموجه P " P.Wave ": تمثل نزع الاستقطاب الأذيني أو إزالة القطبية لعضلة الأذين.

٢- المركب QRS: ينجم عن إزالة القطبية في عضلة البطين.

٣- الوصلة ST " ST segment ".

٤- الموجة T " T wave " : وتمثل عودة القطبية في عضلة البطين حيث لا توجد عودة للقطبية في عضلة الأذين لأنها تختفي تحت المركب QRS.

٥- يوجد أيضا الموجة U: وهي موجة غير ثابتة ويعتقد أنها ناجمة عـــن عــــودة القطبية البطيئة في العضلات الحليمية. (الجدول رقم ١٩).

الجدول رقم (١٩). يوضح أنواع الموجات والتغيرات التي تحدث فى القلب أثناء الدورة القلبية.

	الزمن الطبيعي		التغيرات التي تحدث
	متوسط	تتراوح بين	
الفاصلة الفترة PR	0.18	0.20-0.12	إزالة الاستقطاب الأذيني والنقل عبر العقده AVN
المركب QRS	0.08	حتى 0.10	نزع أو إزاله القطبيـــة فى العضلة البطينية وعـــودة القطبية في الأذينين
الفترة QT	0.40	حتى 0.43	إزالة القطبية في الـــبطين وإعادة القطبية فى البطين.
الفترة ST	0.32		عودة القطبية في عـــضلة البطين.

الفترة PR :تقاس من بداية الموجة P وحتى بداية المركب QRS زمنها حوالي 0.18 أو 0.20 وتنقص عند زيادة معدل القلب من 0.18 بمعدل (70) مرة في الدقيقة وحتى 0.14 بمعدل (130) مرة في الدقيقة.

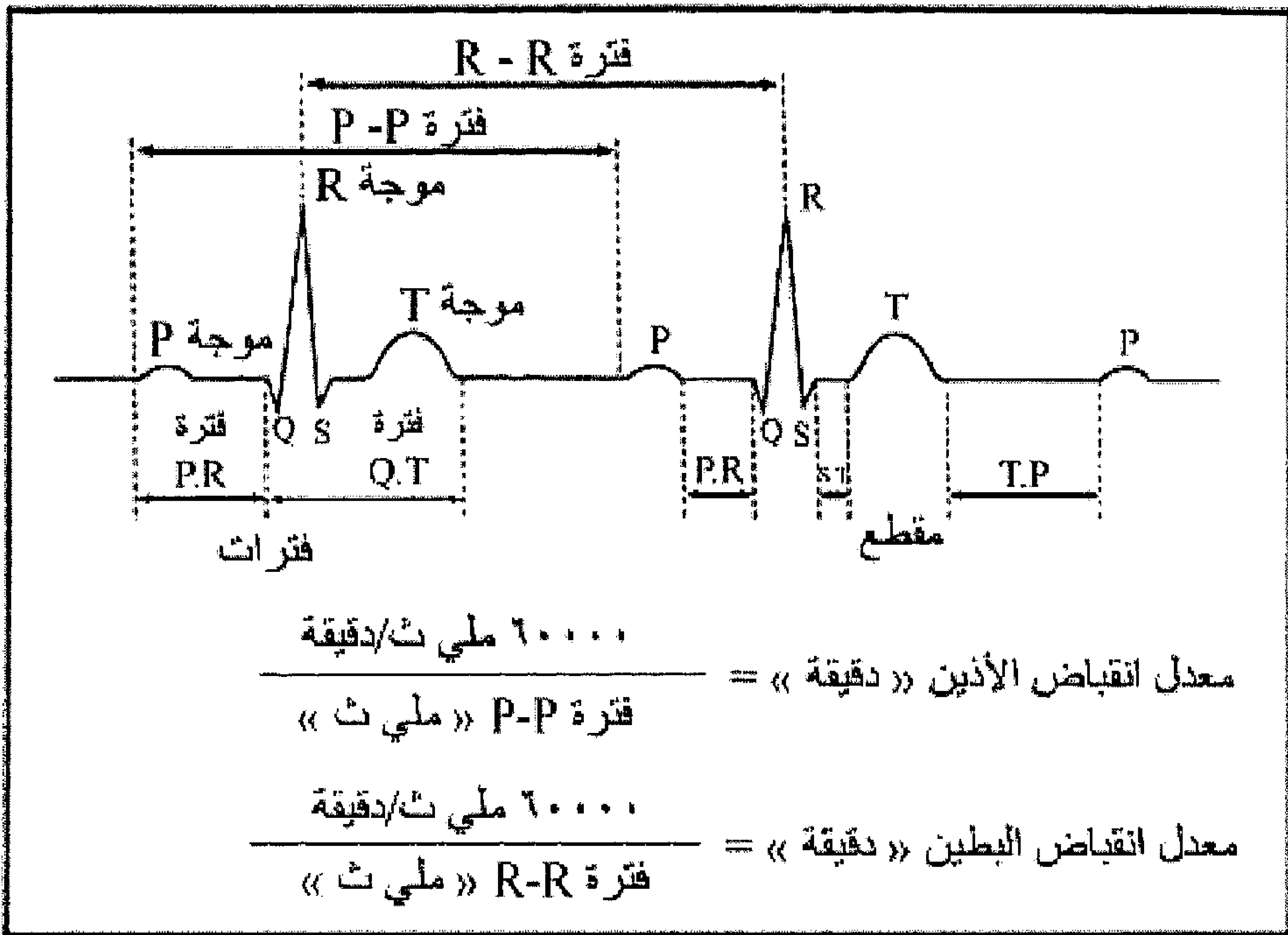
إن اتجاه وضع أجزاء القلب تشريحيا لها دور كبير في تحديد تسلل وتفسير أشكال الموجات في كل اتجاه أو Lead .

حيث يوجد الأذينان بشكل خلفي في الصدر والبطينان في الـــسطح الأمـــامي وقاعدة القلب والبطين الأيمن توجدان في الجزء الأمامي الجانبي بالنسبة إلى البطين الأيسر.

ولذلك فإن aVR تشير إلى أجواف البطينين ويتحرك إزالة أو نـــزع القطبيـــة في الأذين و البطين وعودة القطبية إلى البطين بعيدا عن المسار الكاشف وبالتـــالي تكـــون الموجة P والمركب QRS والموجة T سلبية الانحراف (أي إلى أسفل).

تخطيط القلب الطبيعي Normal EGG

انظر الشكل رقم (٣٦).



الشكل رقم (٣٦). يوضح موجات تخطيط القلب (رسم القلب).

أما الاتجاهات aVL , aVF فينظران إلى البطينين وبالتالي تبقى الانحرافات إيجابية أو ثنائية الطور. ولا تظهر الموجة Q في الاتجاه V_1، V_2.

ويكون الجزء البدئي من المركب QRS هو انحراف علوي صغير لأن إزالة أو نزع القطبية في البطين تتحرك في البداية عبر الجزء المتوسط من الحاجز من الأيسر نحو الأيمن باتجاه المسرى الكاشف . ثم تتحرك موجة التنبيه إلى أسفل على الحاجز وداخل البطين الأيمن بعيدا عن المسرى وبالتالي تكون موجه s كبيرة و في النهاية تعود على طول الجدار البطني باتجاه المسري .ليعود الخط الى السواء الكهربائي وبشكل معاكس فإن الاتجاهات البطنيه اليسرى v_5,v_5 وتظهر فيها موجه Q بدائية صغيرة (ازاله القطبية فى الحاجزين من الأيسر إلى الأيمن) .

وهناك موجة R كبيرة (لإزالة القطبية الحاجزي والبطين الايسر) يتبعهسا في الاتجاهاتV_4,V_5 .

موجه S معتدلة (إزالة القطبية المتأخرة للجدران البطنية والعائد نحو الاتصال AVN.

الأهمية السريرية لتخطيط القلب

يتم قياس ECG بشكل مستمر غالبا في وحدات العناية المركزة أو الفائقة فى المستشفى مع وضع جهاز إنذار صوتي يظهر عند حدوث أي خلل في اللانظميات المهددة للحياة.

وأيضا يمكن استقبال مقياس هولتر وهو مقياس سهل الحمل صغير يسجل ECG عند المرضى غير الملازمين للفراش.

ثم يتم إعادة عرض التسجيل بسرعة كبيرة وتتم دراسته اللانظميات القلبية Cardiac Arrhythmias

المعدل القلبي الطبيعي Normal Cardiac Rate

فى قلب الإنسان الطبيعي ينشأ كل ضربة أو نبضة في العقدة الأذينية (SAN) أو النظم الجيبي الطبيعي (NSR) .

حيث ينبض القلب 70 مرة / دقيقة أثناء فترة الراحة ويقل هذا المعدل أثناء النوم ويزداد (تسرع قلبي) تحت تأثير العواطف والجهد وعوامل عديدة تزيد من ضربات القلب والرياضة .

حيث يتحكم الجهاز العصبي الذاتي في زيادة أو نقص معدل انقباض القلب.

عوامل فسيولوجية تؤثر على معدل القلب

١- التنفس

يتغير معدل القلب (H.R) مع مراحل التنفس فهو يزداد أثناء الشهيق ويقل أثناء الزفير وخاصة إذا زاد عمق الشهيق.

٢- الجهاز العصبي الذاتي

يعمل العصب المبهم أو العاشر في الجهاز نظير الودي على بطء معدل القلب ولكن الجهاز الودي يعمل على إسراع معدل القلب.

٣- الأمراض

تؤثر بعض الأمراض على العقدة (SAN) وتؤدي إلى بطء القلب مثل " متلازمة العقدة الجيبية المرضية " وتسبب هذه الحالة أعراضاً شديدة . وتعالج بزرع ناظم الخطي وهي تمثل 50 % من حالات زرع Pace- maker في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها.

٤- الهرمونات

الهرمونات مثل حقن هرمون الأدرينالين يعمل على زيادة معدل ضربات القلب ومثل الأدرينالين المفرز طبيعياً من لب الغدة الكظرية Adrenal medulla وأيضا حقن الأتروبين Atropine يعمل كمهدئ للتقلصات المعوية في الأمعاء ولكنه يزيد من معدل ضربات القلب، مشتقات الأستيل كولين Acetyl choline وهي مواد كيميائية تعمل تأثير مشابهة لنشاط الجهاز العصبي نظير الودي فتحدث بطئاً في معدل ضربات القلب.

ناظم الخطي الغير طبيعي Abnormal Pace-maker

من المعروف أن النظم الخطي الطبيعي للقلب هو SAN في الإنسان ولكن يحدث في حالات شاذة أن يعمل AVNأو الأجزاء الأخرى للجهاز الناقل كناظم للقلب وأيضا يمكن للألياف البطينية أو الأذينية المريضة أن تعمل هي الأخرى نتيجة وجود بؤرة نشطة كهربيا ويحدث نبضات إضافية Extrasystole.

حصر القلب التام Complete heart block

يحدث حصر كامل أو تام للقلب عندما يتوقف انتقال السيال العصبي عبر جهازالتوصيل داخل القلب بين الأذين والبطين ويبدأ بعدها البطين بالانقباض الذاتي النظم بمعدل منخفض وبشكل مستقل عن الأذين.

أسباب حصر القلب التام

ينجم هذا الحصر عن مرض في العقدة AVN (حصر العقدة AVN) أو في الجهاز الناقل تحت العقدة ويطلق عليه (حصر تحت العقدة).

حصر القلب غير التام Incomplete heart block

يحدث عندما يقل معدل النقل بين الأذين والبطين ولكن لا يحدث توقف تام وهو من النوع الأول أو الدرجة الأولى ويحدث زيادة في طول الفترة PR وتصل كل النبضات من الأذين إلى البطين ببطء.

وفي الدرجة الثانية لاتصل كل النبضات من الأذين إلى البطين فينبض الأذين مرتين مقابل انقباض مرة واحدة للبطين أي ٢:١ أو ثلاث نبضات ٣:١، ويمكن أن يحدث حصر لأحد فروع حزمة هيس أو الفرع الأيمن أو الأيسر.

تأثير شواردات البوتاسيوم +K علي تخطيط القلب ECG

تأثير زيادة أو فرط البوتاسيوم في الدم

يؤدي زيادة عنصر البوتاسيوم في الدم عن مستوى ٧ ميلي مكافئ / لتر تحـــدث زيادة في ارتفاع الموجة T وتكون PR, QRS ضمن الحدود الطبيعية.

ولكن عند مستوى أكثر من ٨ ميلي مكافئ /لتر تختفي الموجة P ومركب QRS يكون واسعاً وتزداد الفترة أو الفاصلة QRS.

وتبقى موجة T عالية وهزيلة وتحدث زيادة البوتاسيوم في الـــدم Hyperkalemia زيادة وتسرع القلب وتسبب رجفاناً في البطين.

تأثير نقص البوتاسيوم في الدم Hypokalemia

يؤدي مستوى البوتاسيوم في الدم أقل من ٣,٥ ميلي مكافئ /لتر إلى أن تكـــون الفترة أو الفاصلة PRتعادل حوالي ٢. وانضغاط ST وتواجد موجة U.

ويؤدي نقص البوتاسيوم عن ٢،٥ ميلي مكافئ /لتر في الدم إلى زيادة الفترة PR لحوالي ٣٢،. ث و ينضغط الجزء ST وتنقلب الموجة T وتشاهد الموجة U.

الأصوات القلبية Heart sounds

يحدث أثناء الدورة القلبية صوتان طبيعيان يمكن أن يسمعا بواسطة السماعة الطبية Sethoscope

الصوت الأول

ويسمع علي هيئة (LUB)، وهو صوت منخفض طويل نسبيا وينشأ هذا الصوت نتيجة الغلق المفاجئ للصمامات بين الأذين والبطين (ثنائي وثلاثي الشرفات) وذلك عند بداية انقباض البطين.

الصوت الثاني

ويسمع علي هيئة (DUB)، وهو صوت قصير وعالي اللحن و ينشأ عن اهتزازات مصاحبة للغلق المفاجئ للصمامات الهلالية الموجودة علي الشرايين الأورطي والرئوي عند نهاية انقباض البطين.

الصوت الثالث

وهو صوت ناعم منخفض اللحن ويسمع عند حوالي ثلث الحالات خلال انبساط البطين في الشباب الطبيعي ويتزامن مع فترة الامتلاء البطيني السريع من الدورة القلبية. نتيجة مرور الدم من الأذين إلي البطين.

الصوت الرابع

يمكن سماع هذا الصوت قبل الصوت الأول وذلك عندما يكون الضغط مرتفعا أو عندما يكون البطين صلبا كما في حالات تضخم البطين ونادرا ما يسمع عن أشخاص عاديين. وينشأ هذا الصوت عن امتلاء البطين.

الأهمية الفسيولوجية للأصوات القلبية

تعطي الأصوات القلبية الصوت الأول فكرة عن حالة الصمامات بين الأذين والبطين.

ويعطي الصوت الثاني للقلب فكرة عن الصمامات الهلالية ويمكن سماع الأصوات القلبية باستخدام السماعة الطبية.

الحالات المرضية في الأصوات المرضية

١- النفخات Murmurs

هي أصوات شاذة أو مرضية تسمع في أماكن مختلفة من القلب.

الأسباب: هو حدوث أمراض في الصمامات القلبية عندما يضيق الصمام تـــزداد سرعة جريان الدم عبر الصمام في الاتجاه الطبيعي ويصبح مندفعا وعنيفا و عندما يحدث قصور في الصمامات . ويمكن تشخيص هذه الحالات باستخدام السماعة الطبية وتسمع النفخات الناجمة عن الصمامات الهلالية عند قاعدة القلب، أما النفخات الناشــئة عـــن أمراض الصمام التاجي فتسمع عند قمة القلب.

وأحيانا يمكن سماع نفخات ناعمة انقباضية عن أطفال عاديين وهم غير مصابين بأمراض قلبية.

كما تسمع النفخات الانقباضية بشكل شائع عند مرض فقر الـــدم أو الأنيميـــا كنتيجة لانخفاض لزوجة الدم وزيادة سرعة جريان الدم في الشرايين.

٢- ازدواج الأصوات القلبية

يمكن أن تحدث نتيجة عدم التزامن في غلق الصمامات مع بعضها البعض فيحدث ازدواج للصوت الأول نتيجة عدم تزامن في الغلق بين الصمام ثنائي وثلاثي الشرفات. أو في الصوت الثاني نتيجة عدم تزامن الغلق بين الصمامات الهلالية(الأورطي والرئوي).

تصوير القلب بالصدى Echo cardiography

يمكن تقييم وظائف جدار القلب ووظائف القلب من خلال التصوير بالموجـــات الفوق صوتيه بتواتر حوالي 2.25 ميجا هرتز .

ويمكن تقييم حركات الجدار البطيني والحاجز والصمامات خلال الدورة القلبية .

حيث ترسل موجات فوق صوتية ويتم استقبال الأمواج المنعكسة عـــن أجـــزاء القلب المختلفة.

ويمكن استخدام طريقة دوبلرو مع تصوير الصدى لقياس حجم الجريان الدموي عبر الصمامات وتعتبر هذه الطرق هامه جدا في حالات مرضى الصمامات القلبية.

النتاج القلبي Cardiac output

هو مقدار الدم المدفوع من البطين في كل ضربه "حجم النبضة Stroke Volume". وهي حوالي 70 مل عند رجل مرتاح ذي حجم متوسط في وضع الاستلقاء. أي 70 مل من البطين الأيمن ، 70 مل من البطين الأيسر.

النتاج القلبي في الدقيقة = 70 مل حجم النبضة × معدل القلب

= 70 × 70

= 4900 أي ما يعادل حوالي 5 لتر / دقيقة.

حيث إن حجم النبضة في كل بطين حوالي 70 مل وعدد أو معدل ضربات القلب 70 .

توجد علاقة بين النتاج القلبي في وضع الراحة وبين مساحة سطح الجسم يبلغ معدله حوالي 3.2 لتر

العوامل التي تؤثر على نتاج القلب

في الجدول رقم (٢٠) بعض التأثيرات المختلفة على نتاج القلب.

العوامل المنظمة لنتاج القلب Factors Controlling Cardiac output

إن التغيرات في نتاج القلب تنشأ عن التغيرات في معدل القلب Heart rate(HR) أو في حجم النبضة أو الضربة Stroke volume (SV).

حيث إن معدل القلب يتأثر بالجهاز العصبي الودي ونظير الودي فيرتفع معدل القلب بزيادة النشاط الودي للأعصاب المغذية للقلب وعلى العكس ينخفض معدل القلب بزيادة تأثير الجهاز نظير الودي فيتم تنظيم حجم الضربة جزئيا بالوارد العصبي فالجهاز الودي يجعل الألياف العضلية القلبية تنقبض وتتقلص بقوتها القصوى عند أي طول معطى .

وعندما تزداد قوة الانقباض دون زيادة طول الليفة العضلية فإن كمية أكبر من الدم الذي يبقى في البطين عادة يتم دفعه ، أي أن الجزء المدفوع من الدم يزداد وحجم الدم البطيني في نهاية الانقباض ينخفض .

الجدول رقم (٢٠). بعض التأثيرات المختلفة على نتاج القلب.

	الحالة أو العامل
لا تغيير	النوم — تغيرات طفيفة في درجة حرارة الجو المحيط بالإنسان
زيادة في معدل النتاج القلبي	١) القلق والإثارة (50 — 100 %) ٢) الطعام (30 %) ٣) الجهد Stress أكثر من (700 %) ٤) ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط . ٥) الحمل في السيدات . ٦) هرمون الأدرينالين المفرز من لب الغدة الكظرية .
الانخفاض في النتاج القلبي	١) الجلوس أو الوقوف من وضع الاستلقاء (20 — 30 %) . ٢) أمراض القلب . ٣) الإنزيمات القلبية .

إن تأثير الكايتكولامينات Catecholamine على القلب يؤدي إلى إسراع عضلة القلبTachycardia وهو ينجم عن نشاط الجهاز الودي هو تأثير وقتي الانحياز في حين أن قوة الانقباض يسمى التأثير العضلي الانحياز.

إن العوامل التي تزيد من قوة الانقباض القلبي تكون ذات تأثير عضلي الانحياز إيجابي ، أما العوامل التي تنقص من هذه القوة فهي ذات تأثير عضلي الانحياز سلبي.

وتعتمد قوة انقباض عضلة القلب على عاملين هما:

١- **الحمل القلبي**: وهو مقدار طول العضلة القلبية قبل الانقباض.

٢- **الحمل البعدي أو التوتر**: هو المقاومة التي يتم دفع الدم ضدها.

يتم تخطيط شريطة عضلية بحمل الحمل القلبي ويوضح على صفيحة مستوية الثقل أو الحمل.

التوتر عند هذه المرحلة يسمى الحمل البعدي .ثم تنقبض العضلة بشكل متساوي التوتر من دون حدوث توتر إضافي .لكن في الجسم الحي يعتبر الحمل القلبي هو درجة تخطيط العضلة القلبية قبل الانقباض .و الحمل البعدي هو المقاومة التي يتم دفع الدم ضدها.

علاقة التوتر مع الطول في العضلة القلبية

إن العلاقة بين التوتر والطول في عضلة القلب يشبه العلاقة في العضلات الهيكلية فعند زيادة طول العضلة يزداد التوتر إلى حده الاعلى ثم ينخفض عندما يصبح الطول مفرطا .

وقد قام ستارلنج بالاعتماد علي ذلك عندما قال :إن الطاقة الأزمة للانقباض متناسبة مع الطول المبدئي لليفة العضلية القلبية وهو ما يعرف بقانون ستارلنج Straling law ومن أجل القلب يتناسب طول الألياف العضلية أي مدى الحمل القلبي مع حجم

نهاية الارتخاء والعلاقة بين حجم الضربة البطنية وحجم نهاية الارتخاء تسمى منحنى ستارلنج فرانك.

تحضير القلب والرئة Heart Lung Preparation

إن تأثير التغيرات في المقاومة المحيطة أو المحيطية يمكن حسابه في تحضير القلب والرئتين .

وفيها يتم وضع قنيات في قلب ورئتي حيوان التجربة المخدر يمكن استخدام كلب ويتم نقل الدم من الأورطي عبر جهاز من الأنابيب والمخازن إلى الأذين الأيمن ومنه عبر قلب ورئتي الكلب إلى الأورطي أو الأبهر. وبسبب حرمانه من الدم يموت ما تبقى من الحيوان وبالتالي فإن القلب يزول عنه الأعصاب وظيفيا وبالتالي لا يتعرض معدل القلب إلا لتغيرات طفيفة وعند انخفاض قطر الجريان الأنبوبي فإن المقاومة المحيطية أو المحيطية تزداد وعند زيادتها يقوم القلب بخفض حجم الدم الذي يتم دفعه ويقل عن الحجم الذي يصل إليه لضربات عديدة ويحدث تراكم في حجم الدم في البطين وبالتالي يزداد حجم الدم ويزداد تمدد عضلة القلب وبالتالي تزداد قوة الدفع ويعود النتاج القلبي إلى مستواه السابق. ويبين الجدول رقم (٢١) العوامل التي تؤثر في طول الليفة العضلية القلبية للبطين:

الجدول رقم (٢١). العوامل التي تؤثر في طول الليفة العضلية القلبية للبطين.

الزيادة في طول الليفة العضلية	النقصان في طول الليفة العضلية
١- انقباضات أذينية أقوى .	١- الوقوف .
٢- زيادة حجم الدم الكلي .	٢- زيادة الضغط داخل التامور .
٣- زيادة التوتر الوريدي .	٣- انخفاض مطاوعة البطينين .
٤- زيادة الوظيفة الدافعة للعضلات الملساء.	
٥- زيادة الضغط السلبي داخل الصدر .	

انقباض العضلة القلبية يحدث تأثيرا سلبيا على حجم الضربة عند نشاط الجهـــاز الودي ينحرف منحنى التوتر والطول لأعلي ولأسفل. إن التأثير الإيجابي العضلي الانحياز للنور أدرينالين noradrenalin المفرز في نهايات الأعصاب يزداد بالنور أدرينالين الموجود في الدورة الدموية. ويحدث الأدرينالين نفس التفسير على القلب ويوجد تـــأثير ســـلبي عضلي للانحياز للعصب المبهم على عضلة الأذينين وتأثير أقل على العـــضلة القلبيـــة أو البطن.

تعمل الكاتيكولامينات (الأدرينالين والنور أدرينـــالين و الـــدوبامين) تأثيرهـــا العضلي الانحياز عن طريق تأثيرها على مستقبلاتβ_1 القلبية (بيتا ١) Gs مما يـــؤدي إلى تفعيل الأدنيل سيكلاز adneyl cyclase و زيادة c-AMP ولكن الكـــافيين والثيـــوفيللن الموجودين في القهوة والشاي على التوالي تثبط تكسير الـــ CAMP وبالتالي فهي إيجابية التأثير العضلي الانحياز.

ويعمل الجلوكاجون Glucagon hormoneعلي زيادة الـــ CAMP وبالتالي تـــأثير ايجابي الانحياز وينصح به لعلاج بعض أمراض القلب. ويعمل الديجيتالDigtalis والأدوية المشابهة له علي تثبيط مضخة الـــصوديوم والبوتاســـيوم Sodium potassium pump في العضلة القلبية وينتج عن ذلك زيادة الصوديوم داخل الخلايا والذي يـــؤدي إلي زيـــادة مستوى شواردات الكالسيوم Ca^{++} فى الخلايا و بالتالي زيادة قوة انقباض عضلة القلب.

يؤدي نقص الأوكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون الحماض والأدوية المهدئـــة مثل الجوانيدين و البروكانين أسيد والباربتيوريات تؤدي إلى نقص في انقبـــاض عـــضلة القلب. قصور القلب "نقص داخلي". ويبين الجدول رقم (٢٢) الـــتغيرات في وظيفـــة القلب عند الجهد.

الجدول رقم (٢٢). التغيرات في وظيفة القلب عند الجهد.

العمل	استعمال أكسجين	معدل النبض	نتائج القلب	حجم الفرق
	مل /دقيقة	نبضة/دقيقة	لتر/دقيقة	مل
الراحة	٢٦٧	٦٤	٦,٤	١٠٠
٢٨٨	٩١٠	١٠٤	١٣,١	١٢٦
٥٤٠	١٤٣٠	١٢٢	١٥,٢	١٢٥
٩٠٠	٢١٤٣	١٦١	١٧,٨	١١٠
١٢٦٠	٣٠٠٧	١٧٣	٢٠,٩	١٢٠

تأثير ممارسة الرياضة علي القلب

إن إحدى الاختلافات بين الأشخاص اللذين يتدربون والأشخاص اللذين لا يتدربون "رياضيا" وهو أن الرياضيين يملكون معدلات قلبية وحجم أكبر للبطين في نهاية الانقباض وحجم أكبر للنبضة أثناء الراحة وبالتالي يمكن لهم الوصول إلى زيادة معدل النتاج القلبي بزيادة أكثر في حجم الضربة. دون زيادة معدل القلب إلى الدرجة التي تزداد فيه عند الأشخاص اللذين لا يتدربون.

ضغط الدم الشرياني Arterial blood pressure

إن الضغط في الأورطي أو الشريان الأبهر والشريان العضدي وكل الشرايين الكبيرة عند الإنسان سواء البالغ أو الشاب يقدر بمقدار الضغط الواقع على هذه الشرايين أثناء انقباض أو ارتخاء عضلة القلب ويتكون من ضغط الانقباض والضغط الانبساطي "الارتخائي".

١-الضغط الانقباضي systolic pressure

هو أعلى ضغط يمكن أن يحدث في الشريان أثناء انقباض القلب و دفع الدم في الشرايين ١٢٠ ملم زئبق خلال كل دورة قلبية .

٢-الضغط الانبساطي diastolic pressure

هو أقل كمية للضغط تحدث في الشرايين أثناء راحة القلب هو حوالي ٨٠ ملم زئبق، وقد اصطلح على كتابة الضغط الشرياني بشكل الضغط الانقباضي مقسوما على الانبساطي ١٢٠/٨٠ ملم زئبق.

٣- الضغط النبضي pulse pressure

هو الفرق بين الضغط الانقباضي و الانبساطي و هو حوالي ٤٠-٥٠ ملم زئبق

الضغط الوسطي "متوسط الضغط" mean arterial pressure ويسير الضغط الوسطي إلى معدل الضغط عبر الدورة القلبية وهو يساوي:

= الضغط الانبساطي +١/٣ الضغط النبضي

=٨٠+١/٣ x ٤٠

ويبلغ هذا الضغط في نهاية الشرينات حوالي ٣٠- ٣٨ ملم زئبق كما أن الضغط النبضي ينخفض بسرعة إلى حوالي ٥ ملم زئبق عند نهايات الشرينات .

ويؤثر قطر الشرينات على الضغط من حيث كونها متوسعة أو متقلصة .

الضغط الدموي الشرياني الطبيعي Normal Arterial blood pressure

إن الضغط الدموي الشرياني الطبيعي في الشريان العضدي في الأشخاص البالغين في سن الشباب وفي وضع الجلوس أو الاسترخاء أثناء الراحة يبلغ حوالي ١٢٠/٨٠ مليمتر .

ويتأثر هذا الضغط بنتاج القلب CO والمقاومة المحيطةPR فإنه يتأثر بالعوامل أو الحالات التي تؤثر علي إحداهما أو كليهما.

العواطف تزيد نتاج القلب وقد يكون من الصعب الحصول على مقادير حقيقية للضغط عند شخص متوتر، ويؤثر نتاج القلب على الضغط الانقباضي فزيادة النتاج القلبي تؤدي إلى زيادة الضغط الانقباضي، ولكن زيادة المقاومة المحيطية أو المحيطة تؤدي إلى زيادة الضغط الانبساطي. ويوجد مقدار كبير من الخلاف والجدل حول وضع الحدود بين الضغط الطبيعي والضغط المرتفع "فرط ضغط الدم hypertension".

العوامل الفسيولوجية التي تؤثر علي ضغط الدم

١-**العمر:** مع تقدم العمر وهو أمر طبيعي و ليس مرضاً يحدث زيادة في معدلات الضغط الانبساطي والانقباضي في هذه الحالة يزداد الضغط الانقباضي أكثر من الانبساطي نتيجة فقد القدرة على تمدد الشرايين والتي تصبح جدرانها صلبة بشكل متزايد مع تقدم العمر. وعند نفس القيمة للنتاج القلبي يكون الضغط الانقباضي عند المسنين أكبر منه عند الشباب و ذلك بسبب انخفاض الزيادة في حجم الجهاز الشرياني أثناء الانقباض ليحتوي نفس مقدار الدم أو حجم الدم.

٢-**الجنس:** يزداد الضغط في الذكور عن الإناث بحوالي ٥ مليمتر عند نفس العمر و هو سن البلوغ في الشباب ولكن يحدث تساوٍ في الضغط عند سن اليأس و يزداد في الإناث عن الذكور.

٣-**ممارسة الرياضة:** تعمل ممارسة الرياضة على زيادة إفراز هرمون الأدرينالين وبالتالي التأثير على مستقبلات β_1 في القلب و زيادة معدلات القلب و الضغط .

٤-**تناول الأطعمة التي تحتوي علي كميات كبيرة من عنصر الصوديوم:** تعمل على زيادة حجم البلازما وزيادة الماء فيها وبالتالي زيادة ضغط الدم الشرياني. وأيضا

بعد تناول الطعام وامتصاصه يحدث زيادة في مستوى السوائل بالجسم و يـــزداد معهـــا حجم البلازما وحجم الدم. وهناك بعض المشروبات الشعبية التي تؤثر على ضغط الـــدم مثل عرق السوس ويزيد من معدل الصوديوم في الدم وبالتالي يرتفع الضغط نتيجة كثرة تناول هذا المشروب وعلى العكس من ذلك يعمل الكركاديه علي خفض ضغط الدم.

٥-**الوزن** : يؤثر وزن الجسم على ضغط الدم حيث يزداد معه حجم الدم ممـــا يؤدي إلى زيادة ضغط الدم في الأشخاص البدينن عن الأشخاص النحـــيفين. وهنـــاك عوامل منظمه للضغط وهي:

١-**النتاج القلبي**: يؤثر على الضغط الانقباضي أساسا.

٢-**حجم الدم**: لابد من ثبات حجم الدم للحفاظ على ضغط الدم الطبيعي.

٣-**المقاومة المحيطية (المحيطة)**: وتعتمد على قطر الشرايين في نهاية الشرايين وعلى لزوجة الدم.

٤- **مرونة الشرايين**: يحدث أثناء دفع الدم من القلب فى الشرايين اتساع فيهـــا وتؤدي إلى الحفاظ علي الضغط من الزيادة كما ذكر من قبل فإن فقد مرونة الشرايين له دور هام في زيادة ضغط الدم.

طرق قياس ضغط الدم الشرياني methods of measuring blood pressure

من الثابت علميا أنه كلما زادت سرعة جريان الدم في وعاء دموي كلما انخفض الضغط الجانبي على الوعاء الذي يتمدد جداره .وعندما يضيق هذا الوعاء فـــإن ســـرعة جريان الدم في المنطقة المضيقة تزداد وضغط التمدد يتناقص .

عندما يضيق وعاء ما بآلية مرضية "كالتصلب العضدي"ينخفض الضغط الجـــانبي في منطقة الضيق و يميل الضيق للحفاظ على نفسه .

يمكن قياس ضغط الدم إذا أدخلت قنية داخل شريان مباشرة بواسطة مقياس ضغط زئبقي أو بواسطة مقياس توتر أو تدريجات مناسبة .وعند ربط الشريان فوق نقطة إدخال القناة يتم تسجيل الضغط ألانتهائي نتيجة توقف مرور الدم في الشريان و تحول الطاقة الحركية لمرور الدم الي طاقة ضغط.

١ – طريقة التسمع Ausculatory method

يتم قياس ضغط الدم الشرياني بواسطة طريقة التسمع و فيها يتم ربط كم قابل للنفخ يتصل بمقياس ضغط زئبقي "مقياس ضغط الدم "حول الذراع ويتم وضع السماعة الطبية فوق الشريان العضدي في المرفق .ثم يتم نفخ الكم بسرعة حتى يتجاوز الضغط فيه الضغط الانقباضي المتوقع في الشريان العضدي .وبالتالي يتم انسداد الشريان بالكم ولا يسمع أي صوت ثم يتم خفض الضغط داخل الكم ببطء بواسطة فتح الصمام الموجود على مضخة الهواء .

عندما تصل إلى النقطة التي يتجاوز فيها الضغط الانقباضي ضغط الكم فورا تمر دفقة من الدم مع كل ضربة قلب بشكل متزامن مع ضربات القلب تسمع منه أصوات خفيفة تحت الكم ،ويتم تسجيل الضغط الانقباضي وهو ضغط الكم الذي يتوافق مع أول صوت مسموع .و عندما يتم خفض ضغط الكم أكثر تصبح الأصوات أكثر قوة ثم بالزيادة خفض الضغط تصبح الأصوات خافتة ثم تختفي هذه الأصوات ويتم تسجيل الضغط الانبساطي، إن أصوات korotkow تنتج عن الدوران الاندفاعي في الشريان العضدي. إن طريقة التسمع دقيقة عندما تستخدم كما يجب ولكن هناك العديد من الملاحظات هي:

أ) يجب أن يكون الكم على مستوى القلب للحصول على قيمة لا تتأثر بالجاذبية.

ب) يمكن قياس الضغط الدموي في الفخذ بوضع رباط الضغط حـــول الفخـــذ ووضع السماعة فوق الشريان النابض ولكن توجد في الفخذ كمية أكبر من النسيج بين الشريان والكم أكثر مما يوجد في الذراع يتم تبديد بعض الضغط في الكم ، ولذلك فإن مقادير الضغط الناشئ عن استخدام كم ذراع قياسي تكون عالية بشكل كاذب ونفس الحالة تحدث عند قياس ضغط الشريان العضدي عند أشـــخاص ذوي اذرع بدينـــة لان طبقة الدهن تؤدي إلى تبديد بعض الضغط في الكم.

وفي الحالتين يمكن الحصول على مقادير دقيقة باستخدام كم أوسع من كم القياس للذراع.

ويجب مقارنة الضغط الدموي في كلا الذراعين عند فحص المريض أول مرة و في وجود اختلافات رئيسية بين الضغط في الجانبين يشير إلى وجود انسداد وعائي.

٢- طريقة الجس Palpation method

يمكن قياس الضغط الانقباضي بنفخ الكم حول الذراع ثم جعل الضغط ينخفض و قياس الضغط الذي يصبح فيه النبض الكعبري radial pulse محسوسا لأول مرة .

وبسبب صعوبة تعيين الضربة الأولي بدقة فإن المقادير التي يتم الحصول عليها أقل بحوالي ٢-٥ مليمتر من طريقة التسمع .

يتم فقط بهذه الطريقة تسجيل ضغط الدم الانقباضي ثم جسه بعد خفض الضغط داخل الكم وظهور النبض في الشريان الكعبري radial artery مرة أخرى.

الفصل السادس

الجهاز الهضمي وعملية الهضم

Digestive system &Digestion

الجهاز الهضمي

هو الجهاز المسؤول عن تحويل المواد المعقدة التركيب الموجودة في الطعام إلى مواد بسيطة التركيب وسهلة الامتصاص . ويتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية وتبدأ بالفم وتنهي بالشرج وتشمل الفم والبلعوم والمريء والمعدة والأمعاء ويتصل بالقناة الهضمية عدة غدد قنوية وتشمل الغدد اللعابية والكبد والبنكرياس وغدد جدار المعدة والأمعاء.

وتتم عملية الهضم والامتصاص في القناة الهضمية وتعتمد على العديد من الآليات التي تهضم الطعام وتدفعه في القناة الهضمية وتمزجه مع العصارات والأنزيمات الهاضمة التي تفرز من الغدد المتصلة بها . وبعض هذه الآليات تعتمد على وجود العضلات الملساء Smooth muscles وبعضها يحدث نتيجة رد الفعل المنعكس الناشئ عن الأعصاب الداخلية للمعدة والأمعاء والأعصاب الذاتية للجهاز العصبي الودي ونظير الودي وتأثيرات النواقل العصبية الكيميائية وأيضا هرمونات القناة الهضمية التي تفرز من الطبقة المخاطية المبطنة للقناة الهضمية.

خصائص القناة الهضمية

١- التركيب النسيجي للقناة الهضمية

تتركب القناة الهضمية من أربع طبقات وهي الطبقة المخاطية Mucosa والطبقة تحت المخاطية Submucosa والطبقة العضلية Musalosa وتتكون من عضلات ملساء اثنان منها طولية وواحدة عضلات دائرية. والطبقة المصلية Serosa وتغطي كل القناة الهضمية (ماعدا البلعوم والمريء ونهاية المستقيم).

٢- الجهاز العصبي الداخلي Intrinsic Innervation

توجد شبكتان رئيستان من الألياف العصبية وهي: الضفيرة العضلية المعوية (ضفيرة أورباخ) وتوجد بين الطبقة العضلية الطولية الخارجية والدائرية الوسطى.

الضفيرة تحت المخاطية (ضفيرة مايسنر) وتوجد بين الطبقة المخاطية والطبقة الدائرية الوسطى. وهذه الضفائر متصلة داخليا وتحتوي على خلايا عصبية حركية تغذي العضلات الملساء وخلايا عصبية إفرازية تنظم الجزء الداخلي للإفراز وخارجي الإفراز للطبقة المخاطية وأيضا خلايا عصبية حسية. كما توجد خلايا عصبية ودية ونظير ودية للجهاز العصبي الذاتي أو اللاإرادي Automonic nervous system حيث تفرز الأعصاب الأستيل كولين والسيروتونين والجابا GABA وعديدات الببتيد والتي تفرزها الخلايا العصبية وتؤثر كنواقل عصبية في المشابك العصبية وبعضها ينتشر في السوائل خارج الخلايا ECF ويؤثر بشكل جار غدي Paracrine والبعض الأخر يفرز في الدم في صورة هرمونات القناة الهضمية. وللجهاز العصبي الداخلي وظائف هي:

١- الضفيرة تحت المخاطية هي المسؤولة عن تنظيم الإفراز الصماوي والخارجي في خلايا القناة الهضمية.

٢- الضفيرة العضلية المعوية وهي تساعد على حركة العضلات الملساء عصبية المنشأ.

٣- الجهاز العصبي الذاتي أو التعصب الخارجي Extrinsic innveration

يتصل الجهاز العصبي الذاتي الودي أو نظير الودي بالقناة الهضمية وينظم عملية الهضم سواء في الإفراز الأنزيمي أو الحركات المعدية والمعوية. وللأعصاب الودية وظائف هي:

- الأعصاب الودية (النورأدرنيرجية Adrenrgic): تؤثر هذه الأعصاب على القناة الهضمية وتحدث ارتخاء في العضلات الملساء لجدار المعدة والأمعاء وإنقاص الحركة في المعدة والأمعاء ولكن تسبب انقباض صمام فتحة البواب للمعدة.

- الأعصاب نظير الودية (الكولينرجية Cholinergic): تؤثر هذه الأعصاب على القناة الهضمية فتعمل على زيادة فعالية انقباض العضلات الملساء وزيادة حركة المعدة والأمعاء وهضم الطعام ولكن تسبب ارتخاء في الصمامات ومرور الطعام من المعدة إلى الأمعاء. تتصل هذه الأعصاب بالضفيرة تحت المخاطية والعضلية المعوية.

بعض الألياف الودية (العصب ما بعد العقدة العصبية) تنتهي في الخلايا العصبية الكولينرجية بعد العقدة حيث تثبط إفراز الأستيل كولين . والبعض الأخر ينتهي مباشرة على الخلايا العضلية الملساء المعوية . وبعضها يتصل بالأوعية الدموية المعوية حيث تعمل على انقباضها . وتغذي الأوعية الدموية بأعصاب مزدوجة (خارجية ودية وداخلية) عن طريق الألياف الببتيديه للجهاز العصبي الداخلي.

٤- الحركة في الجهاز الهضمي

الحركة التمعجية Peristalsis هي استجابة انعكاسية تبدأ في جدار المعدة والأمعاء نتيجة حدوث امتلاء بالطعام وتحدث هذه الحركة في كل أجزاء القناة الهضمية من المريء حتى المستقيم . تحدث هذه الحركة نتيجة حدوث تقلصات دائرية تسبقها منطقة ارتخاء

وتعمل هذه الموجة على دفع محتويات القناة الهضمية بمعدل 2-25 cm sec. يحدث الأستيل كولين انقباض خلف الموجة. أما VIP فيحدث ارتخاء أمام الموجة التمعجية.

هرمونات القناة الهضمية Gastrointestinal hormones

تفرز الطبقة المخاطية مجموعة من عديد الببتيدات تعرف بهرمونات القناة الهضمية وتفرز من المعدة و العفج والأمعاء الدقيقة . وتعمل هذه الهرمونات على تنشيط أو تثبيط وظائف القناة الهضمية حيث تفرز في الدم كإفرازات صماء وتدور في الدم وتصل إلى خلايا المعدة والبنكرياس والمرارة. وينشط إفرازها نتيجة وجود الطعام في القناة الهضمية. وأهم هذه الهرمونات هرمون الجاسترين وهرمون السكرتين وهرمون بنكروزيمين CCK-PZ. (الجدول رقم ٢٣).

الجدول رقم (٢٣). هرمونات القناة الهضمية.

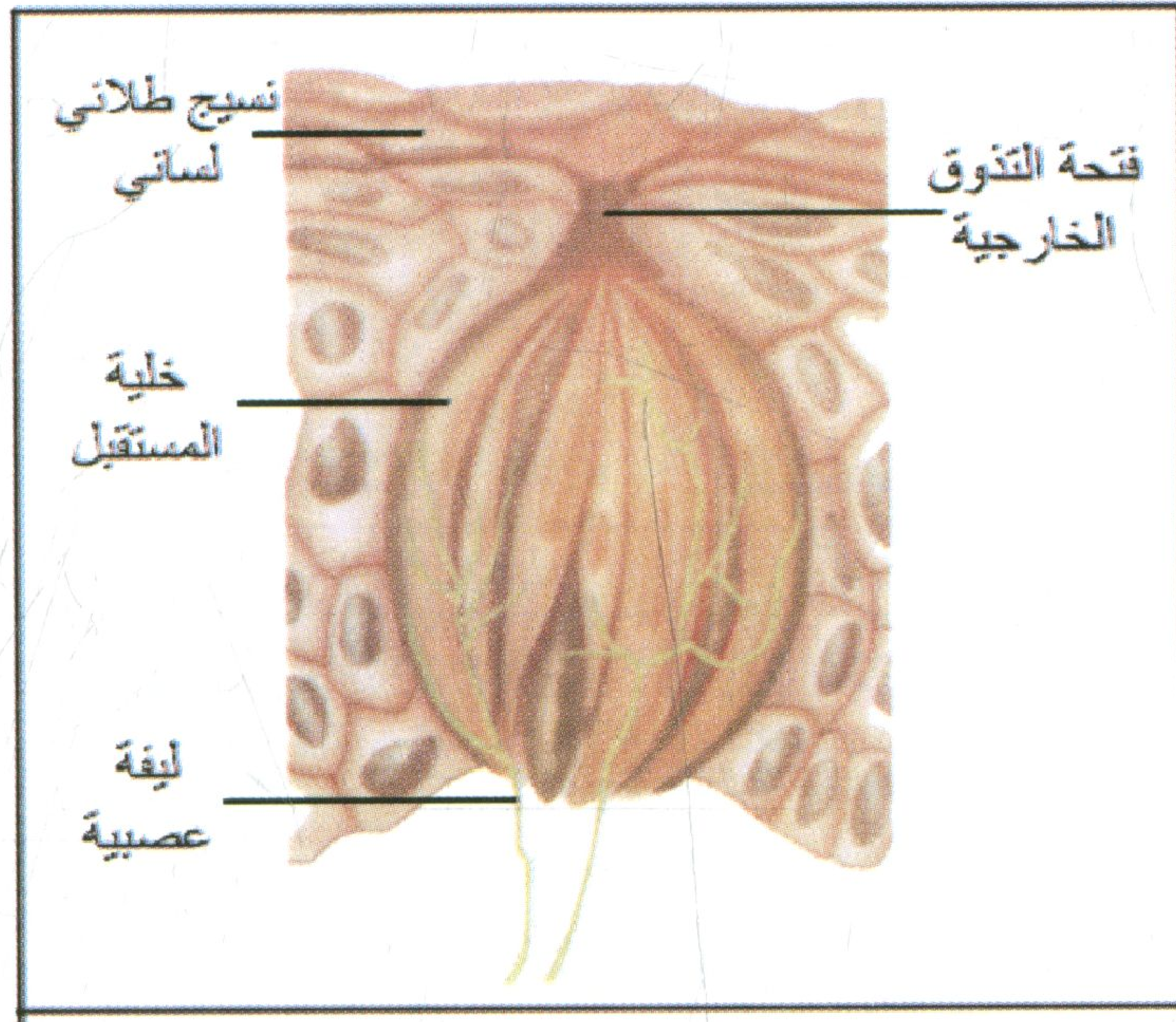
الهرمون	مكان إفرازه	المواد الحاثة	وظائف الهرمون
١- هرمون الجاسترين Gastrin hormone	خلايا المعدة في منطقة البواب G- Cells	وجود بروتينات وأحماض أمينيه والأعصاب نظير الودية (العصب المبهم Vagus N.	ينشط إفرازات المعدة ينشط حمض المعدة وينشط إفراز البيسينوجين & HCl Pepsinogen
٢- هرمون السكرتين Secretin hormone	الإثني عشر أو العفج duodenum	وجود بروتينات أو أحماض أمينيه في الإثني عشر.	يساعد علي إفراز بيكربونات من البنكرياس لمعادلة الحموضة. ويقلل من إفرازات المعدة. زيادة التوتر في صمام البواب. وينشط تكوين العصارة المرارية من الكبد.

تابع الجدول رقم (٢٣).

الهرمون	مكان إفرازه	المواد الحاثة	وظائف الهرمون
٣- كولي سيستوكين بنكروزيمين Cholycystokinin-pancreozymine CCK-PZ	الإثني عشر أو العفج	وجود أحماض دهنية أو أحماض أمينيه	زيادة panceartic enzyme معدل إفراز البنكرياس. تفريغ الحوصلة المرارية وإفراز الصفراء .
٤- الإنتيروجاسترون Enterogasteron	الأمعاء الدقيقة	زيادة كمية الدهون في العفج	يثبيط حركة المعدة غلق صمام البواب
٥- ببتيد مثبط معدي Gastric inhibtory peptide GIP	العفج والصائم	دهون وسكريات في الأمعاء	يثبط حركة المعدة وإفرازاتها. وينشط إفراز الأنسولين
٦- ببتايد معوي فعال وعائياً " VIP "		زيادة الحموضة في الأمعاء	إفراز عصارة البنكرياس يوسع الأوعية الدموية ويثبط حركة المعدة
٧- سوماتوستاتين Somatostatin hormone	يفرز من كل الأماكن الآتية : جدار الأمعاء الدقيقة – تحت المهاد في المخ Hypothalamus – وخلايا " د " من البنكرياس D-Cells	وجود الأحماض الأمينية في الأمعاء	يثبط إفراز كل الهرمونات الآتية: Gastrin – Secretin – VIP – GIP. ويثبط حركة وإفرازات المعدة ويثبط عصارة البنكرياس. ويعمل على تفريغ محتويات المسرارة من الصفراء .
٨- الهستامين Histamine	خلايا المعدة		ينشط إفراز حمض المعدة من خلال تأثيره على مستقبلات H2 الخاصة بالهستامين ويُزيد من حركة المعدة يُوسع شرايين القناة الهضمية.

الهضم في الفم Mouth Digestion

يحتوي تجويف الفم على اللسان والأسنان ويعمل اللسان على تحريك الطعام أثناء عملية المضغ وعملية البلع . كما يقوم بتذوق الطعام من خلال مستقبلات كيميائية موجودة على البراعم الحسية لحاسة التذوق (الشكل رقم ٣٧) حيث يعمل اللعاب على إذابة بعض مكونات الطعام التي تثير هذه المستقبلات مثل السكريات ويعطي الطعم الحلو والأملاح وتعطي الطعم المالح ويوجد أيضا الطعم المر.



الشكل رقم (٣٧). يوضح تركيب براعم التذوق في اللسان.

الأسنان عددها في الإنسان البالغ 32 سنة وتتكون من القواطع والأنياب والضروس وتقوم القواطع بقطع الطعام إلى جزيئات صغيرة يسهل مضغها وتقوم الأنياب بتمزيق اللحوم الموجود في الطعام وتقوم الضروس بطحن الطعام وتسهيل عملية المضغ وبلع الطعام ويساعد إفراز الغدد اللعابية " اللعاب " على تكوين البلعة التي يدفعها اللسان إلى تجويف البلعوم ثم تنتقل بطريقه لا إرادية إلى المريء ثم المعدة.

الغدد اللعابية Salivary glands

تفرز هذه الغدد إفرازاً مائياً يسمى اللعاب الذي يحتوي على إنزيمات هاضمة ومخاط وأملاح معدنية وبعض الهرمونات.

الغدد اللعابية : هي مجموعة من الغدد مثل الغدد حول الفم وحول الشفتين والغدد الحنكية وثلاثة أزواج من الغدد اللعابية وهي الغدة النكافية والغدد تحت اللسان والغدد تحت الفكين.

أولا: الغدد النكافية Parotiod glands

تفرز لعاباً غنياً بالإنزيمات الهاضمة " إنزيم اميليز اللعاب " وإفرازها مائي لا يحتوي على مخاط.

ثانياً: الغدة تحت اللسان Sublingul glands

توجد تحت اللسان وتفرز المخاط وإنزيم الليبيز اللساني.

ثالثاً: الغدد تحت الفكية submandibular glands

وتوجد تحت الفكين وتفرز إنزيمات هاضمة Digestine enzymes ومخاط Mucous.

اللعاب Saliva

هو إفراز الغدد اللعابية وهو عبارة عن إفراز مائي يحتوي على إنزيمات هاضمة ومواد عضوية وغير عضوية وأملاح معدنية ومخاط.

تركيب اللعاب Composition of saliva

تقدر كمية اللعاب التي تفرزها الغدد اللعابية في اليوم حوالي 1.5 لتر في الإنسان وهو إفراز متعادل الحموضة PH يعادل 7. ويتكون اللعاب من:

١- الماء ويمثل حوالي 99.5 %.

٢- مواد صلبة تحتوي على مواد عضوية وغير عضوية وتمثل 0.5 %.

أ) المواد العضوية وتشمل الإنزيمات الهاضمة – المخاط – البولة – الكرياتين

ب) المواد غير العضوية : وتشمل البيكربونات – الفوسفات – الكلوريدات – الصوديوم – البوتاسيوم – الكالسيوم – المغنيسيوم.

إنزيمات اللعاب salivary enzymes

يحتوي اللعاب على مواد عضوية هي مجموعة من الإنزيمات الهاضمة:

١- إنزيم الأميليز salivary amylase أو التيالين Ptyallin ويفرز في لعاب الإنسان ويعمل على هضم المواد النشوية المطبوخة فقط .

٢- إنزيمات أخرى مثل:

إنزيم المالتيز Maltase

وإنزيم الليسوزوم Lysozomes

إنزيم الكتاليز Catalase

إنزيم اليوريز Urease

وظائف اللعاب Functions of saliva

١- يعمل إنزيم الليسوزوم Lysozyme كمطهر للفم وقاتل للبكتيريا .

٢- ترطيب الفم وتسهيل عملية المضغ والبلع وتكوين البلعة Bolus .

٣- له دور في عملية تذوق الطعام بواسطة إذابة المواد السكرية والأملاح .

٤- يخفف من تأثير المواد الحريفة في الفم ويضبط درجة حرارة الطعام في الإنسان .

٥- يعمل اللعاب على إزالة بقايا الأطعمة من الفم مما يمنع تكاثر البكتيريا المسببة للرائحة الكريهة في الفم ويمنع تسوس الأسنان .

٦- ينظم السوائل في الجسم " التوازن المائي "

٧- يفرز في اللعاب بعض المواد العضوية مثل اليوريا والمواد غير العضوية مثل الرصاص والزئبق واليود و الفلورين.

٨- يحتوي اللعاب على بعض الهرمونات مثل الكورتيزول و الجلوكاجون وبعض عوامل النمو.

تنظيم إفراز الغدة اللعابية Regulation of secretion

يوضح الجدول رقم (٢٤) تأثير الأعصاب الذاتية "الودية ونظير الودية".

الجدول رقم (٢٤). تأثير الأعصاب الذاتية "الودية ونظير الودية".

	تأثير الأعصاب الودية Sympathetic Nerves	تأثير الأعصاب نظير الودية Para Sympathetic Nerves
كمية اللعاب	إفراز لعاب قليل وشحيح ولزج Viscous غني بالمواد العضوية وفقير في الأملاح المعدنية	إفراز كثير من اللعاب الغني بالأملاح المعدنية وبه قليل من المواد العضوية وقليل اللزوجة القوام شبه مائي Watery
الأوعية المغذية للغدد اللعابية	- يحدث انقباض في الأوعية الدموية المغذية للغدد اللعابية . - حدوث تقلص في جدار القنوات اللعابية .	- اتساع في قطر الأوعية الدموية بسبب زيادة في كمية الدم الواردة للغدد اللعابية Vasodilatation
الإفراز	- إفراز لعاب قليل من الغدد اللعابية .	- إفراز لعاب كثير

ويعمل الجهاز العصبي الودي ونظير الودي على الغدد اللعابية معاً. ويتم تنظيم إفراز اللعاب أثناء عملية الهضم داخل الفم.

التحكم العصبي في إفراز اللعاب

يتم ذلك نتيجة رد الفعل المنعكس (وانظر الجدول رقم ٢٥):

١- المرحلة الرأسية Cephalic Phase " عصبية " وتحدث قبل دخول الطعام إلى الفم وتسمى رد الفعل المشروط Conditioned Reflex .

٢- المرحلة الفمية Buccal Phase وتحدث عند وجود الطعام داخل تجويف الفم " رد فعل غير مشروط " Unconditioned Reflex .

٣- المرحلة المعدية المعوية Gastrointestinal Phase وتحدث بعد عملية بلع الطعام نتيجة رد فعل غير مشروط Unconditioned Reflex .

الجدول رقم (٢٥). رد الفعل المشروط، ورد الفعل المنعكس غير المشروط.

رد الفعل المشروط **Conditioned Reflex**	رد الفعل المنعكس غير المشروط **Unconditioned Reflex**
مسؤول عن إفراز مرحلة الدماغ للعاب مثل تجربة العالم الروسي بافلوف Pavlov's Experiment	مسؤول عن المرحلة الفمية والمرحلة المعدية والمعوية
ينشط الإفراز بواسطة الرؤية – السمع – الشم – التفكير في الطعام عن طريق مستقبلات الرؤية والسمع والشم	ينشط الإفراز بواسطة وجود الطعام في الفم عن طريق مستقبلات التذوق في الفم
تنقل الإشارات العصبية إلى المخ عن طريق العصب البصري Visual والشمي والسمعي وتنشط المراكز العصبية في القشرة المخية ثم النخاع المستطيل	تنقل الإشارات العصبية عن طريق العصب السابع والتاسع المخي إلى النخاع المستطيل مباشرة دون المرور بالقشرة المخية
ينشط الغدة بواسطة العصب الوارد من المخ " محرك " سواء ودي أو نظير ودي	ينشط الغدة بواسطة العصب الوارد " محرك " سواء ودي أو نظير ودي

الهضم في المعدة Gastric Digestion

المعدة Stomach

المعدة (الشكل رقم ٣٨) هي عبارة عن اتساع عضلي يتكون من طبقتين من العضلات الطولية وطبقة واحدة من العضلات الدائرية وتوجد في تجويف البطن على

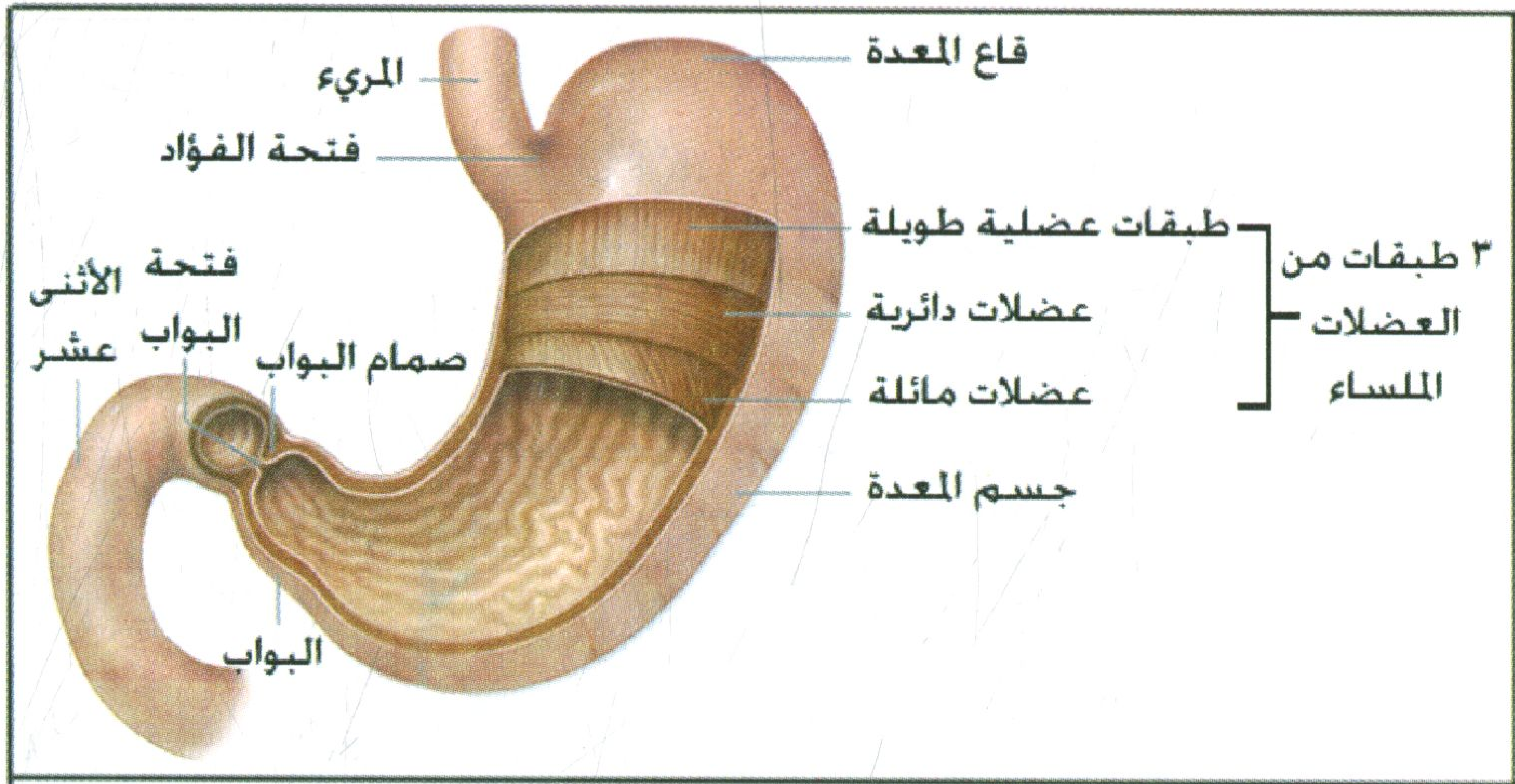
الجانب الأيسر وتتصل بنهاية المريء عن طريق الصمام الفؤادي وتفتح في الأمعاء الدقيقة بواسطة الصمام البواب.

تفرز المعدة عصارة تهضم البروتينات والدهون الخفيفة وتتكون هذه العصارة من عدة إنزيمات هاضمة كما تفرز أيضا حمض الهيدروكلوريك HCl. وينقسم الغشاء المخاطي المبطن للمعدة إلى ثلاث مناطق وهي:

١- المنطقة الفؤادية cardiac region وتوجد في بداية المعدة وتتصل بالمريء

٢- المنطقة الجوفية " قاع المعدة " Fundic region وتحتوي على الغدد الجوفية وتتكون من خلايا مخاطية تفرز المخاط والخلايا الأساسية وتفرز الإنزيمات الهاضمة والخلايا الجدارية أو الحمضية Parietal cells وتفرز حمض الهيدروكلوريك HCl والعامل الداخلي .

٣- المنطقة البوابية Pyloric region وتفرز هرمون الجاسترين Gastrin hormone من خلايا " G " وتفرز أيضا المخاط mucous .



الشكل رقم (٣٨). يوضح تركيب المعدة وتوزيع العضلات الملساء في جدار المعدة.

تركيب العصارة المعدية

أولا: حجم العصارة المعدية في الإنسان: حوالي 3 – 2 لتر في اليوم. ودرجة الأس الهيدروجيني "pH" في الإنسان البالغ 3 – 1.5و في الأطفال 6 – 5.

ثانيا: التركيب: تتكون هذه العصارة من الماء الذي يمثل حوالي 99 % ومواد عضوية وغير عضوية تمثل 1 %.

المواد العضوية: تتكون من المخاط Mucin، والعامل الداخلي Intrinsic factor، ومن الإنزيمات الهاضمة مثل:

١- إنزيم الببسينوجين "الببسين" Pepsinogen enzyme.

٢- الليبيز المعدي Gastric Lipase.

٣- إنزيم الجلاتينيز Gletainase.

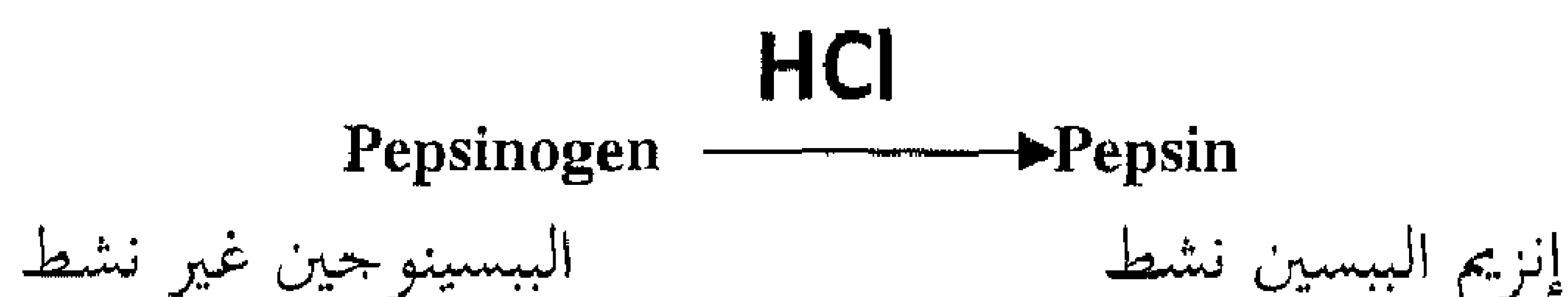
المواد غير العضوية: مثل حمض الهيدروكلوريك " حمض المعدة " والذي يوفر درجة الأس الهيدروجيني للمعدة لتكون حامضية.

وظائف العصارة المعدية ودورها في عملية الهضم

أولا: وظائف الإنزيمات الهاضمة: إنزيم الببسينوجين "الببسين" ويفرز في صورة غير نشطة "الببسينوجين" ويتم تنشيطه بواسطة عدة عوامل منها:

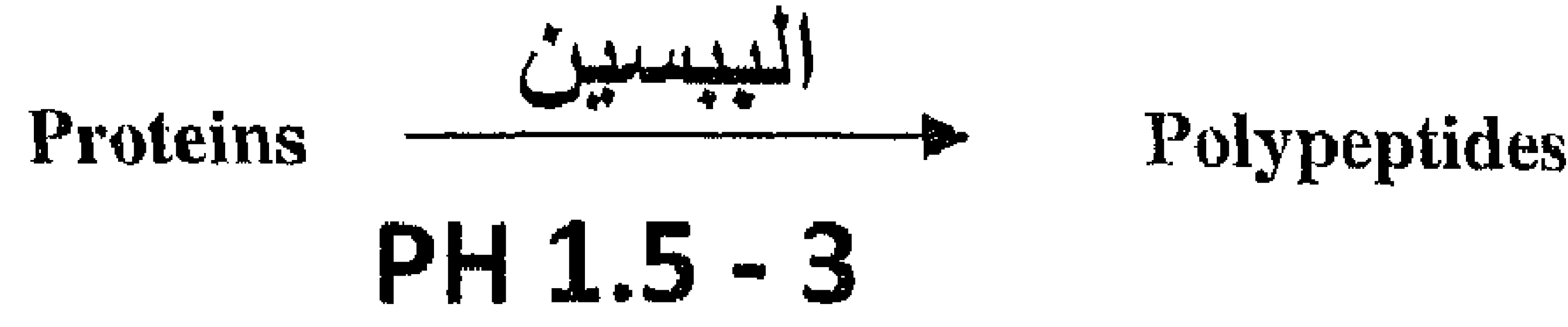
أ) حمض الهيدروكلوريك HCl.

ب) الببسين وبطريقة التنظيم الذاتي.



البيسينوجين غير نشط   إنزيم الببسين نشط

إنزيم الببسين: يعمل على هضم البروتينات في المعدة إلى عديد الببتيد.



ويحول هذا الإنزيم البروتين إلى بروتيـــوز Proteases بتـــون Peptones عديـــد البتيدات Polypeptides .ويزداد نـــشاط هـــذا الإنـــزيم في درجـــة أس هيـــدروجيني حوالي 3- 1.5 ويفقد نشاطه عند حوالي 5 أو أكثر، ويـــتم تنـــشيط إفـــرازه بواســـطة هرمون الجاسترين والأستيل كولين والهستامين.

إنزيم الليبيز المعدي Gastric lipase: يفرز من المعدة بكميات صغيرة ولا يعمـــل على الدهون لأنه يحتاج إلى درجة أس هيدروجيني شبه متعادل ويعمل فقط على هـــضم الدهون الخفيفة Butter fat .

إنزيم الجلاتينيز Glatinase: ويهضم الجلاتين الموجود في طعام الإنسان .

المخاط Mucin: يفرز المخاط من المنطقة الفؤادية للمعدة وهو عبارة عن بروتين سكري Glyoprotein.

وظيفة المخاط Functions of mucin: يعمل على إقامة طبقة عازلة بين الغـــشاء المبطن للمعدة ومحتويات المعدة لحماية المعدة من تأثير حمض الهيدروكلوريك وفي حالة نقص الإفراز يؤدي إلى تآكل جدار المعدة وحدوث قرح في المعدة.

العامل الداخلي Intrinsic factor: وهو عامل بروتيني يفرز من المنطقة الجوفيـــة للمعدة ويساعد هذا العامل على امتصاص فيتامين ب١٢ " Vit B12 " ونقصه يـــسبب الأنيميا الخبيثة.

وظائف حامض المعدة الهيدروكلوريك "HCl"

١- ينشط إنزيم الببسينوجين إلى الببسين pepsin .

٢- يوفر الوسط الحامضي داخل المعدة والمهم جدا لهضم البروتينات 3 - 1.5- PH

٣- يقضي على البكتيريا التي تدخل مع الطعام إلى المعدة .

٤- يساعد على امتصاص كل من الحديد Iron والكالسيوم ++Ca حيث يحول الحديد من صورته الحديديك ++Fe إلى صورة الحديدوز ++Fe فيسهل امتصاصه.

٥- ينظم عملية تفريغ المعدة . حيث إن وجود الكيموس الحامضي Acid Chyme في الاثني عشر يعمل على تأخير عملية تفريغ محتويات المعدة من الطعام المهضوم.

٦- ينظم حامض المعدة بطريقة غير مباشرة إفراز العصارة الصفراء من الكبد والعصارة البنكرياسية من البنكرياس وينظم إفراز هرمون السكرتين Secretin.

تكوين حامض المعدة

يتم إفراز حامض HCl تحت تأثير هرمون الجاسترين والذي يفرز من خلايا G الموجودة في المنطقة البوابية Pyloric region في المعدة:

١- يدخل ثاني أكسيد الكربون Co2 إلى داخل الخلايا الجدارية Parietal cells.

٢- يتحد Co2 مع الماء H2O داخل هذه الخلايا في وجود أنزيم يسمى Carbonic Anhydrase " C.A " كربونيك الهيدريز " وتتكون حامض الكربونيك H2Co3 الذي يتأين إلى شوارد الهيدروجين +H والبيكربونات -HCo3.

٣- يفرز البيكربونات -HCO3 في الدم بعد تكوين +H وبالتالي يحدث زيادة في قلوية الدم " مؤقتة " أثناء إفراز حامض المعدة.

٤- يحدث تبادل بين شوارد الكلور -Cl و -HCO3 ويدخل من الدم إلى الخلايا الجدارية.

٥- يفرز وينقل بالنقل النشط Active Transport كل من شوارد +H وشوارد الكلور -Cl إلى تجويف المعدة ويتكون حامض Hcl.

٦- يفرز مرة أخرى شوارد البيكربونات -HCo3 مع العصارة البنكرياسية وبالتالي فإن تغير قلوية الدم بعد إفراز حامض المعدة تكون مؤقتة Alkaline tide .

تنظيم إفراز حامض المعدة

يوضح الجدول رقم (٢٦) تنظيم إفراز حامض المعدة:

الجدول رقم (٢٦). تنظيم إفراز حامض المعدة.

منشطات الإفراز	مثبطات الإفراز
الاستيل كولين Acetyl choline	هرمون السكرتين
هرمون الجاسترين .Gastrin H	هرمون CCK
الهستامين Histamine: ويعمل الهستامين من خلال مستقبلات H2 الموجودة في المعدة لتنشيط إفراز حامض HCl. ويتم تثبيط هذه الحالات بواسطة الأدوية التي تعالج قرحة المعدة مثل Cimetidine.	هرمون VIP

العلاقة بين هرمون الجاسترين وحامض المعدة

توجد علاقة Ve Feed-back_ بين حامض المعدة ومعدل الجاسترين أولا ينظم هرمون الجاسترين وينشط إفرازها حامض المعدة ولكن عند زيادة معدل إفراز حامض المعدة Hcl يقل إفراز الجاسترين "تنظيم ذاتي لحامض المعدة"؛ ولذلك أهمية فسيولوجية حيث يمنع ويحمي الغشاء المبطن للمعدة من تأثير حامض المعدة عند زيادته.

تنظيم إفراز العصارة المعدية

يتم تنظيم إفراز العصارة المعدية بواسطة التنظيم العصبي والهرموني وينقسم التنظيم العصبي إلى ثلاث مراحل:

١- المرحلة الأولى "المرحلة الدماغية": ويحدث فيها رد فعل منعكس مشروط وغير مشروط.

٢- المرحلة الثانية " مرحلة المعدة " (المعدية): وتحدث بعد دخول الطعام إلى المعدة حيث يحدث ما يأتي:

أ) رد فعل منعكس موضعي ينشط إفراز هرمون الجاسترين.

ب) تنشيط العصب الحائر Vagus nerve.

ج) امتلاء وشد المنطقة البوابية بالطعام يصاحبه إفراز لهرمون الجاسترين.

٣- المرحلة الثالثة " مرحلة الأمعاء " (المعوية):

أ) وجود الطعام في الأمعاء " خصوصاً الاثنى عشر " وخاصة مستخلص اللحوم، وجود عديد الببتيدات.

ب) وجود دهون كثيرة – أملاح عالية التوتر في العفج " الاثنى عشر " يؤدي إلى تثبيط كل من إفراز هرمون الجاسترين وكذلك حركة المعدة نتيجة تنشيط هرمون .Entrogasterone H.

الحركة المعدية

Gastric Motility

تحتوي المعدة علي طبقة من العضلات الملساء الطولية والدائرية ويؤدي انقباض هذه العضلات إلي حدوث الحركات المعدية. وهناك نوعان من الحركة المعدية:

١- حركات المعدة الخالية من الطعام.

٢- حركات المعدة الممتلئة بالطعام.

أولا: حركات المعدة الخالية من الطعام

تقلصات ضعيفة منتظمة Tonus Rhythm

هي حركات ضعيفة الشدة ومنتظمة وتحدث بين ٢-٤ دقائق وتبدأ من منطقة القاع وتمتد حتى منطقة البواب وتعتمد على محاور عصبية موضعية.

تقلصات الجوع أو الحركة أثناء الجوع Hunger Contraction

هي تقلصات قوية تحدث أثناء الجوع في الإنسان. وتبدأ بحركة تمعج متوسطة وتزد لمده ٦٠ دقيقة. وتحدث آلام وإحساس الجوع ولكن ليست هذه الحركة هي المسؤولة عن الإحساس بالجوع. يعتمد الإحساس بالجوع على مستوى الجلوكوز في الدم وهو أحد العوامل التي تساعد على تنظيم تناول الطعام حيث يوجد في تحت المهاد مركز الجوع والتغذية Feeding Centre ومركز الشبع Satiety Centre عند زيادة مستوى السكر " الجلوكوز " في الدم ينشط مركز الشبع وبالتالي يثبط مركز التغذية وتختفي الرغبة في تناول الطعام.

ولكن في الجوع والصيام يحدث نقص في مستوى الجلوكوز في الدم ويصاحب ذلك نشاط لمركز التغذية Feeding Centre وإعطاء الإحساس بالجوع وتناول الطعام وليس انقباض المعدة هو المسؤول عن هذا الإحساس. وفي نفس الوقت يزداد نشاط العصب الحائر الذي يؤدي إلى انقباض المعدة.

ثانياً: حركة المعدة الممتلئة بالطعام

١- حركة ارتخاء استقبالي Receptive relaxation:

وتحدث عند دخول الطعام إلى المعدة حيث يحدث ارتخاء في عضلات المعدة وذلك لزيادة حجم المعدة لاستقبال الطعام.

٢- حركة التمعج Peristaltic Movements :

أ) تبدأ حركة التمعج عند امتلاء المعدة بالطعام وتتكون من موجات انقباضية مسبوقة بموجة ارتخاء في جدار المعدة.

ب) تبدأ هذه الحركات من قاع المعدة إلى المنطقة البوابية وتزداد عند البواب.

ج) تزداد شدة هذه الانقباضات بواسطة العصب المبهم " الحائر " وأيضا هرمون الجاسترين Gastrin H. وتقل بواسطة زيادة نشاط الجهاز العصبي الودي وهرمون السكرتين Secretin H.

الأهمية الفسيولوجية لحركة التمعج

١- تعمل هذه الحركة على خلط مكونات الطعام مع العصارة المعدية وتساعد على هضم الطعام.

٢- تعمل على تفريغ محتويات المعدة السائلة إلى العفج "الاثنى عشر".

٣- الحركة التمعجية العكسية Antiperistaltic Movements

وتحدث عكس اتجاه الحركة التمعجية أي من منطقة البواب إلى قاع المعدة وتعمل على رجوع الطعام الصلب وشبه الصلب من البواب إلى قاع المعدة لهضمه.

العوامل التي تؤثر على عملية تفريغ محتويات المعدة

١- الجهاز العصبي

نشاط العصب المبهم Vagus ينشط حركة المعدة ولكن العصب الودي يؤخر عملية تفريغ المعدة يثبط حركة المعدة ويغلق الصمام البوابي.

٢- عوامل كيميائية

- الأدوية التي تعمل على الجهاز نظير الودي .
- بيكربونات الصوديوم .
- المنبهات والقهوة والشاي .

كلها عوامل منشطة لحركة المعدة، أما العوامل المثبطة:

- الأدوية التي تعمل على الجهاز الودي.
- الأتروبين Atropine.
- السموم البكتيرية.

٣- تمدد المعدة

التمدد البسيط للمعدة ينشط حركة المعدة ولكن التمدد الشديد يقلل من حركة المعدة.

٤- محتويات الأمعاء

- وجود حامض HCl والبروتينات والمحاليل عالية التوتر في منطقة العفج " الاثنى عشر " يعمل على تعطيل تفريغ المعدة لكي تعطى الوقت الكافي لهضم محتويات المعدة
- الدهون تنشط هرمون الأنتروجاسترون Enterogasterone H. والذي يعمل على تثبيط عملية تفريغ محتويات المعدة .

٥- القيء Vomiting

القيء هو عملية طرد محتويات المعدة عن طريق الفم.

كيفية التقيؤ Mechanism of vomiting

القيء عبارة عن رد فعل منعكس يمر في العصب المبهم إلى مركز القيء في النخاع المستطيل ويعود عن طريق العصب المبهم وإثارة منطقة حساسة للتغيرات الكيميائية .

١- يسبق حدوث القيء إحساس بالغثيان Nausea وزيادة معدل إفراز اللعاب وزيادة عدد ضربات القلب وانخفاض ضغط الدم .

٢- يحدث حركة تمعجية عكسية تبدأ بعيدة عن المعدة في الأمعاء الدقيقة وتمتـد في اتجاه المعدة وتسير بمعدل 3 - 2 سم في كل دقيقة وتدفع هذه الحركة بمكونـات الأمعاء إلى العفج والمعدة وبامتلاء العفج تحدث انقباضات عصبية في كل منهما ويصاحب ذلك ارتخاء في صمام الفؤاد .

٣- يحدث اندفاع للمحتويات إلى المريء ثم الفم .

٤- يحدث انقباض في عضلات البطن والحجاب الحاجز مما يزيد الضغط على المعدة وارتفاع الضغط داخلها . ويصاحب ذلك حدوث شهيق عميق وغلق فتحـة المزمار وارتفاع سقف الحنك الرخو ليسد فتحة الأنف الداخلية .

أسباب القيء

١- رد فعل منعكس من أماكن مختلفة من الجسم من المعدة والعفج " الاثنى عشر " التهابات في الكلية والأذن الوسطى .

٢- أسباب ميكانيكية : تنبيه آخر اللسان وسقف الحنك البلعوم .

٣- مواد كيميائية ومواد سامة .

٤- مواد منشطة لمنطقة Chemorecepter trigger Zone مثل : الأبومورفين ولكـن الكلوروبرومازين يعمل على تثبيط عملية القيء .

الهضم في الأمعاء

Intestinal Digestion

تمتد الأمعاء الدقيقة من صمام البواب عند العفج إلى الأعور في الأمعاء الغليظـة وتتكون من ثلاث مناطق هي:

١- العفج " الاثنى عشر " duodemem .

٢- الصائم .

٣- اللفائفي Ileum .

وتحتوي الأمعاء على مجموعة كبيرة من الخلايا مثل:

١- غدد برونر Brunner's Glands: وتوجد في العفج وتفرز مخاطاً قاعدياً غنياً بـــــ بيكربونات الصوديوم . وتعمل على حماية الأمعاء من الأحماض القادمـــة مـــع الكيموس Chymes من المعدة .تفرز أيضا كميات كبيرة من البيكربونات .

٢- لطخات بايرز peyer's Patches: وهي غدد لمفاوية منتشرة داخل جدار الأمعاء وتعمل على تكوين الأجسام المناعية التي تحمي الجسم.

٣- خبايا ليبركين Lieberkuhin Crypts: هي عبارة عن ندبات في جدار الأمعـــاء وتمتد من سطح الخلايا الخارجية لها نتوءات تشبه الأصابع تسمى الزغبات Villi وتحتوي على شبكة من الأوعية الدموية ووعاء لمفاوي يسمى اللاكتيل Lacteal وتعمل هذه الزغبات على الامتصاص وتحتوي الأمعاء على خلايا تفرز مجموعة من الإنزيمات الهاضمة وخلايا صماء تفرز السيروتونين والهرمونات المعوية التي تنظم وظائف الأمعاء .

العصارات التي تفرز داخل الأمعاء الدقيقة

١- العصارة البنكرياسية : وتفرز من البنكرياس Pancreatic Juice .

٢- العصارة الصفراء : وتفرز من الكبد Bile .

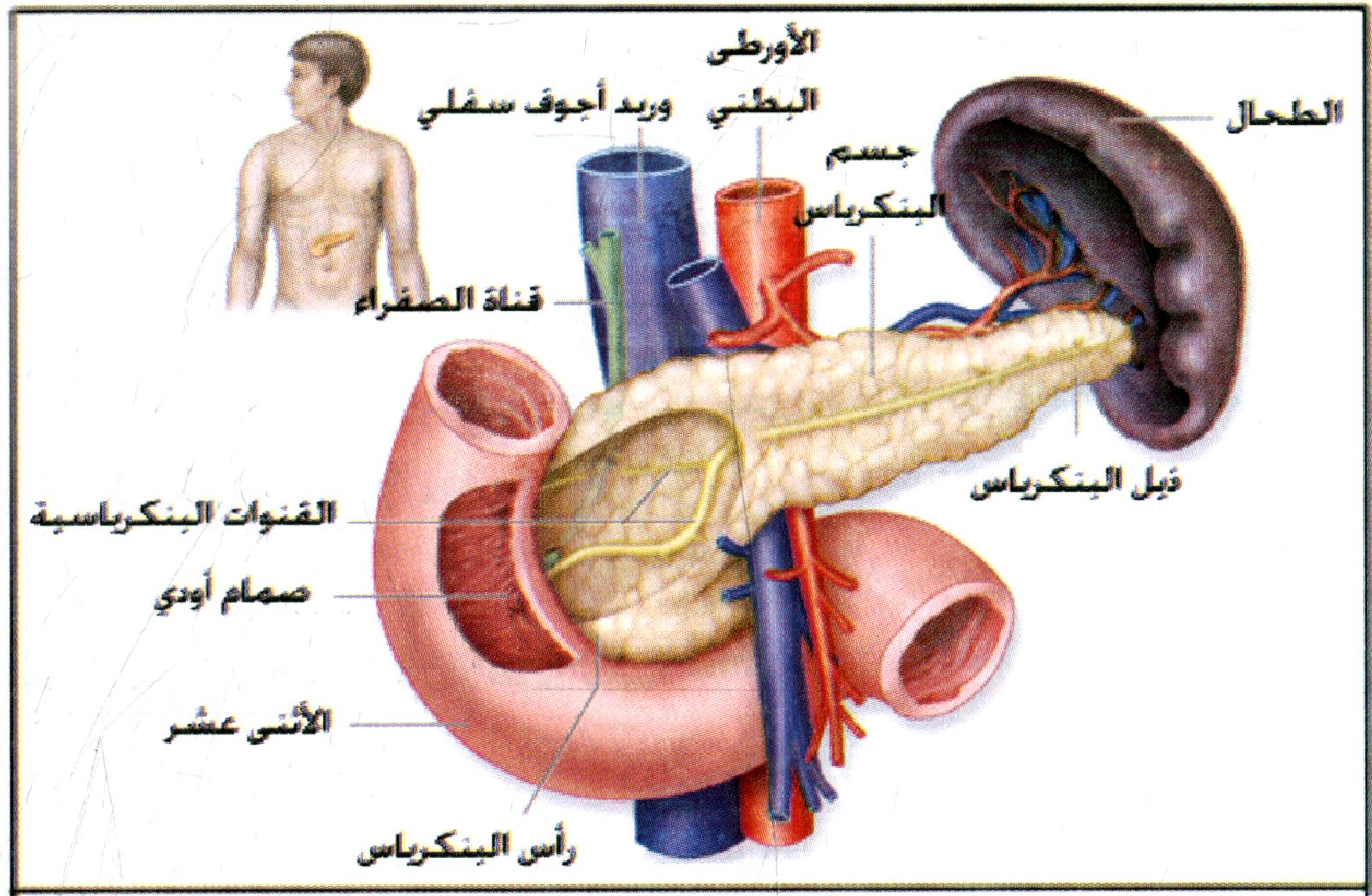
٣- العصارة المعوية : وتفرز من غدد خاصة في جدار الأمعاء الدقيقـــة Intestinal secretion.

أولا: العصارة البنكرياسية Pancreatic Juice

يعمل البنكرياس (الشكل رقم ٣٩) كغدة قنوية وغدد لا قنوية صماء وكغـــدة صماء يفرز مجموعة من الهرمونات مثل هرمون الأنسولين الذي يفـــرز مـــن خلايـــا B

وهرمون الجلوكاجون Glucagon ويفرز من خلايا ألفا " α " وهرمون الســـوماتوستاين ويفرز من خلايا D من جزر لانجرهانز Islets of Langerhans .

ولكن يعمل البنكرياس على إفراز العصارات الهاضمة " العصارة البنكرياســـية " والتي تعمل على هضم الدهون والبروتينات والكربوهيدرات وتفرز هذه العصارة مباشرة في قناة البنكرياس إلى العفج مشتركة مع قناة العصارة الصفراوية.



الشكل رقم (٣٩). يوضح تركيب غدة البنكرياس.

والعصارة البنكرياسية هي:

- هي عصارة تحتوي على مجموعة من الإنزيمات الهاضمة لكـــل مـــن الـــدهون والبروتينات والكربوهيدرات .

- تحتوي هذه العصارة على أملاح البيكربونات بكميات كبيرة والتي تعمل على معادلة الأحماض القادمة من المعدة مع الكيموس المعدي .
- الأس الهيدروجيني PH 7.4 – 7.8 والكمية 1 – 2 لتر في اليوم .

أما إنزيمات البنكرياس والوظائف الخاصة بها فهي:

١– إنزيمات هاضمة للبروتينات:

- التربسين Trypsin .
- الكيموتربسين Chymotrypsin .

وتفرز في صورة خاملة غير نشطة ويتم تنشيطه بواسطة إنزيم Enterokinase . وتعمل هذه الإنزيمات على الروابط الببتيدية التي تربط الأحماض الأمينية معاً في جزيء البروتين محطمة هذه الروابط وتعطي مركبات أبسط.

عديد الببتيدات إلى ←——— الببتيدات البسيطة

- الكاربوكسي ببتيديز Carboxypeptidase: ويعمل على مجموعة الكربوكسيل الموجودة في البروتينات.

٢– إنزيمات هاضمة للدهون Enzyme Digest Fats:

- إنزيم الليبيز Pancreatic Lipase: يعمل على تحلل الدهون إلى أحماض دهنية وجلسرول.
- إنزيم الكلوستيرول استريز Cholesterol esterase enzyme: يحلل الكولسترول.
- إنزيم الفوسفوليبيز Phospholipase enzyme: يعمل على تحلل " الدهون الفسفورية.

٣- إنزيمات تعمل على هضم الكربوهيــدرات Carbohydrates: إنــزيم الأميليــز البنكرياسي Pancreatic Amylase يعمل على تحلل النــشا والنــشا الحيــواني والكربوهيدرات غير العضوية ويحللها إلى سكريات ثنائية "مالتوز و سكروز". ويعمل هذا الإنزيم على هضم أي من هذه المركبات غير المطبوخة على عكس الأميليز اللعابي الذي يعمل على النشا المطبوخة الموجودة في الطعام.

٤- البيكربونات Bicarbonates:

- تفرز العصارة البنكرياسية كمية وفيرة من البيكربونات وخاصــة بيكربونــات الصوديوم التي تعمل على معادلة حموضة الطعام القادم إلى منطقة العفج لكي يتم عمل الإنزيمات الهاضمة عليها وتفرز البيكربونات مع كمية كثيرة من الماء
- ينشط إفراز البيكربونات هرمون السكرتين Secretin H. والذي يفرز من العفج والصائم " الأعلى " .

كيفية تكوين البيكربونات

Mechanisn of Bicarbonate farination

١- يعمل إنزيم الكربونيك أنهيدريز Carbonic anhydrase الموجود في خلايا القنوات البنكرياسية على اتحاد كل من ثاني أكسيد الكربون Co2 والماء H2O وتكوين حامض الكربونيك الذي يتأين إلى -Hco3 بيكربونات + شوارد الهيــدروجين .H+

٢- يحدث تبادل بين شوارد الهيدروجين وشوارد الصوديوم بواسطة النقل النــشط ويدخل شوارد الهيدروجين +H إلى الدم مسبباً زيادة في حموضة الدم Acidosis تكون مؤقتة نتيجة إفراز العصارة البنكرياسية التي تحتوي علــى البيكربونــات القاعدية.

٣- يفرز شوارد الصوديوم Na+ وشــواردات البيكربونــات Hco3- إلى تجويــف القنيات البنكرياسية " Ductules " ويتكون البيكربونات التي تفرز مع العــصارة البنكرياسية.

تنظيم إفراز العصارة البنكرياسية
Regulation of Pancreatic secretion

التحكم العصبي

عن طريق الجهاز العصبي نظير الودي Parasympathetic عن طريق العصب المبهم Vagus N. والذي ينشط إفراز العصارة البنكرياسية وتكــون كميتــها قليلــة الحجــم والبيكربونات ولكن غنية بالإنزيمات الهاضمة .

الجهاز العصبي الودي يعمل على إحباط إفراز العــصارة البنكرياســية خاصــة البيكربونات نتيجة تأثير على مستقبلات ألفا وبالتالي فإن الإجهاد العصبي وزيادة نشاط الجهاز العصبي الودي يؤدي إلى حدوث قرحة الاثنى عشر Duodenal Peptic ulcer نتيجة نقص إفراز البيكربونات التي تعادل الحموضة في منطقة العفج "الاثنى عشر".

التنظيم "التحكم" الهرموني Hormonal regulation

بعد وصول الكيموس الحامضي إلى العفج يبدأ البنكرياس في إفراز كمية كــبيرة من العصارة الغنية بــ البيكربونات وذلك تحت تأثير هرمــون الــسكرتين Secretin H. (الجدول رقم ٢٧).

ملحوظة هامة

يعمل النيكوتين Nicotine الموجود في التبغ " الدخان " على إحباط عمل هرمون السكرتين وبالتالي إحباط إفراز البنكرياس للعصارة البنكرياسية التي تحتوي على كميات

هائلة من البيكربونات ويؤدي ذلك إلى نقص البيكربونات وبالتالي زيادة الحموضة في منطقة العفج مما يؤدي إلى حدوث قرحة الاثنى عشر نتيجة التدخين.

الجدول رقم (٢٧). الهرمونات المسؤولة عن تنظيم إفراز العصارة البنكرياسية.

هرمون السكرتين .Secretin H	الكولي ستيوكينن بنكريوزيم Cholecystokinin Pancreozymin
عبارة عن 27 حامضاً أمينياً ويفرز من العفج والجزء الأعلى من الصائم	عبارة عن 33 حامضاً أمينياً ويفرز أيضا من العفج والصائم .
ينشط إفراز هذا الهرمون بواسطة وجود الكيموس الحامضي في العفج	ينشط في وجود الببتون والأحماض الدهنية في العفج
يعمل على إفراز كميات هائلة من البيكربونات لكي يعادل حموضة المعدة " القادمة مع الطعام "	يعمل على إفراز العصارة الغنية بالإنزيمات الهاضمة
يثبط عمل حركة المعدة وإفرازاتها وينشط الأمعاء وإفرازاتها	يثبط حركة المعد وإفرازاتها

العصارة الصفراء Bile secretion

تفرز الكبد العصارة الصفراء Bile في القنوات المرارية الكبدية الصغيرة والتي تتجمع وتكون القناة المرارية الرئيسة والتي تصب إفرازها في المرارة أو في الاثنى عشر في الأمعاء الدقيقة (الشكل رقم ٤٠).

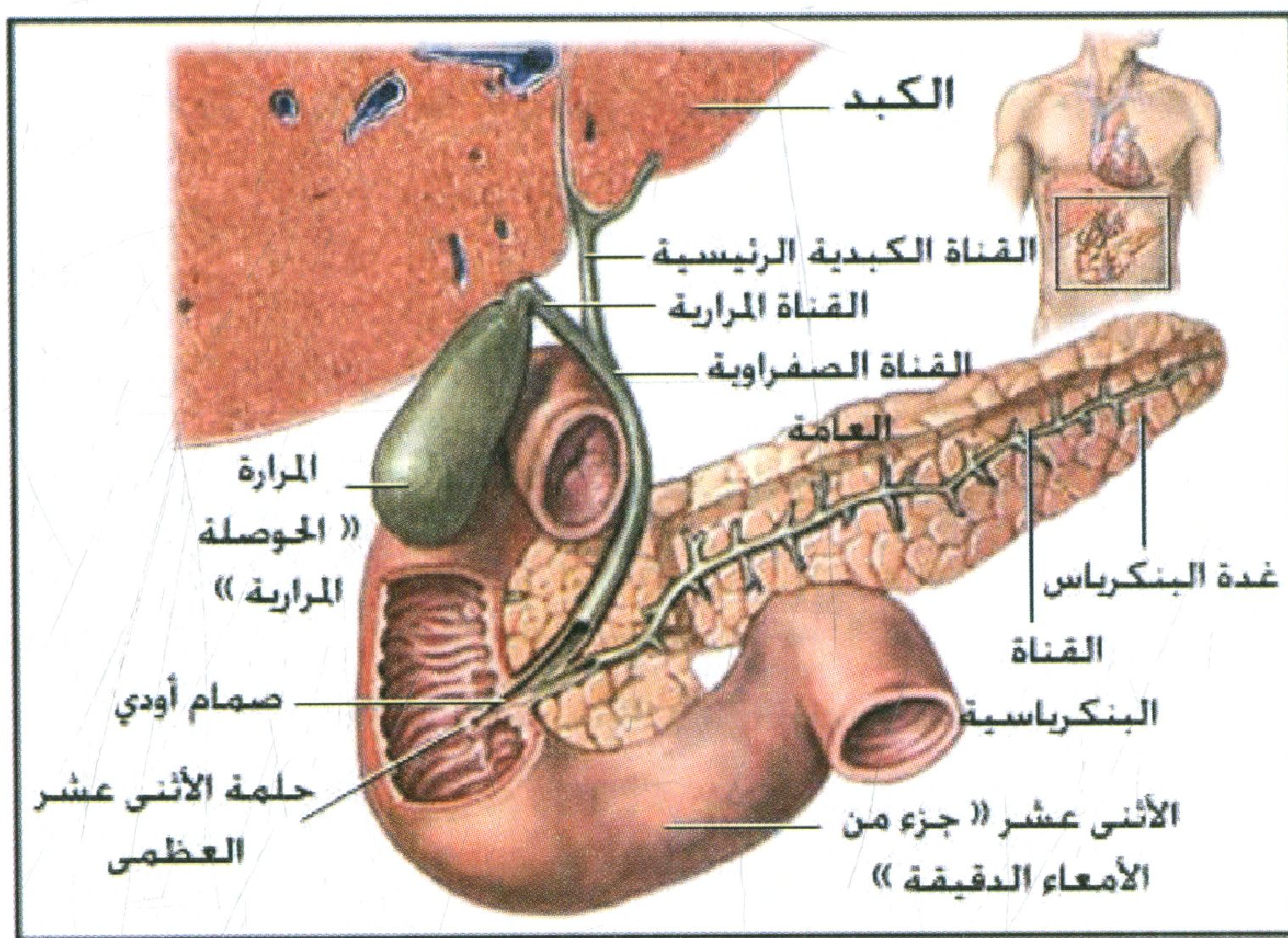
وبالتالي يوجد نوعان من الصفراء وهما الصفراء المفرزة من الكبد مباشرة دون تخزين في المرارة والصفراء المخزنة بالمرارة (الجدول رقم ٢٨، و٢٩).

الجدول رقم (٢٨). صفراء المرارة وصفراء الكبد.

صفراء المرارة	صفراء الكبد
تفرز مباشرة من خلايا الكبد ثم تخزن في الحوصلة المرارية Gall bladder ويحدث لها تركيز وتصبح حامضية .	تفرز من خلايا الكبد إلى القنوات المرارية ثم إلى الاثنى عشر دون تخزين

الجدول رقم (٢٩). صفراء المرارة وصفراء الكبد.

المكونات	صفراء المرارة	صفراء الكبد
الماء	% 92	% 98
أملاح الصفراء	% 69	% 19
صبغات الصفراء	% 0.39	% g 0.04
الكلوستيرول	% g 0.3 – 0.9	% g 0.1
البيكربونات	10m Eq/L	28 m Eq/L
الكالسيوم	23m Eq/L	5m Eq/L



الشكل رقم (٤٠). يوضح غدة البنكرياس والكبد والحوصلة المرارية والقنوات المرارية.

إفراز الصفراء من الكبد والمرارة

عملية تفريغ محتويات المرارة

١- يحدث ارتخاء في صمام أودي (Oddi) لكي تمر الصفراء من القناة المرارية إلى العفج .

٢- تنقبض المرارة وتدفع الصفراء إلى القناة المرارية .

تنظيم تفريغ المرارة

١- تأثير الجهاز العصبي نظير الودي عن طريق العصب المبهم ولكن تأثيره ضعيف .

٢- التنظيم الهرموني : بواسطة هرمون الكو لي ستيوكنين Cholecytokinin الذي يحدث تقلصات وانقباضاً في جدار المرارة . نتيجة وجود الدهون في تجويف الأمعاء الدقيقة " العفج " . الدهون تساعد على تنشيط إفراز هرمون الكولي ستيوكنين من الأمعاء .

وظائف المرارة Functions of gall bladder

١- تخزين الصفراء بين الوجبات .

٢- تركيز صفراء الكبد نتيجة امتصاص الصوديوم بواسطة النقل النشط والكلور والبيكربونات والماء بواسطة الامتصاص البسيط .

٣- تغيير الأس الهيدروجيني لصفراء الكبد من القلوي PH 7.8 إلى الحامضي PH 6.7 لتمنع ترسيب الكالسيوم وبالتالي تكون الحصوات في المرارة .

٤- تفرز المخاط الأبيض White Mucous .

٥- تفرغ محتويات الصفراء إلى الاثنى عشر في حالة وجود الدهون به .

ويبين الجدول رقم (٣٠) المواد المكونة للصفراء والمواد المدرة لها.

الجدول رقم (٣٠). المواد المكونة للصفراء والمواد المدرة لها.

مواد مكونة للصفراء Choleretics	مواد مدرة للصفراء Cholagogues
مواد تنشط إفراز الصفراء من الكبد	مواد تسبب تفريغ محتويات المرارة من الصفراء وتزيد من إفراز المرارة
أملاح الصفراء Bile Salte	هرمون الكولي ستيوكنين CCK
هرمون الجاسترين Gastrin H. هرمون السكرتين Secretin H.	الأستيل كولين تأثير ضعيف
الأستيل كولين	كبريتات المغنيسيوم

ملحوظة: تعمل أملاح الصفراء التي تمتص مرة أخرى من الأمعاء إلى الدم حوالي 94 % من أملاح الصفراءعلى تنشيط الكبد مرة أخرى لإفراز الصفراء .

أملاح الصفراء

تفرز أملاح الصفراء في العصارة الصفراوية من الكبد وتتكـــون أساســـا مـــن الكلوستيرول Cholesterol الذي يتحول إلى حمـــض الكوليـــك Cholic acid وحمـــض الكينوداي أوكسي كوليك Chenodexy cholic acid .

ويتحد مع الجليـــسين Glycine أو التـــورين Taurine لتكـــوين الجلوكوليـــك والتوركوليك لأملاح الصوديوم والبوتاسيوم وتعمل أملاح الصفراء عدة وظائف هامة .

ولكن صبغات الصفراء Bile Pigments ليس لها أي دور في عمليـــات الهـــضم وتتكون من صبغات بليروبين – بليفردن Bilirubin - Biliverdim

تتكون صبغات صفراء وخضراء اللون وهي ناتج تكسير الهيم في كريات الـــدم الحمراء . ولها أهمية إكلينيكية هامة حيث تزداد في حالة مرض اليرقان والتهابات الكبـــد الفيروسية وتزداد معدلها في الدم عن الطبيعي 0.2 – 0.8 mg % وإذا زادت إلى حـــوالي 2 mg % أو أكثر في الدم فإنها تدل على وجود مرض الصفراء Jaundice أو اليرقان .

وظائف أملاح الصفراء "وظائف العصارة الصفراوية"

١- تعمل على تحويل الدهون إلى مستحلب هني وتعمل على تقليل التوتر السطحي لها مما يسهل عملية هضم الدهون بواسطة الإنزيمات الهاضمة .

٢- تساعد على امتصاص الأحماض الدهنية والكلوستيرول والدهون .

٣- تساعد على امتصاص الفيتامينات التي تذوب في الدهون مثل فيتـامين أ ، د ، هـ ، ك Vit. A ,D,E,K .

٤- تنشط إفراز الصفراء من الكبد Choleretics .

٥- تمنع تكون حصوات المرارة نتيجة منع ترسيب الكلوستيرول في الصفراء .

٦- تعمل أملاح الصفراء على تنشيط حركة الأمعاء ولذلك تستخدم كملين حيث تعمل على تنشيط الحركة التمعجية " الدودية للأمعاء " .

٧- تنشط إنزيم الليبيز الذي يعمل على هضم الدهون .

٨- تساعد بطريقة غير مباشرة على هضم البروتينات نتيجة هضم الدهون .

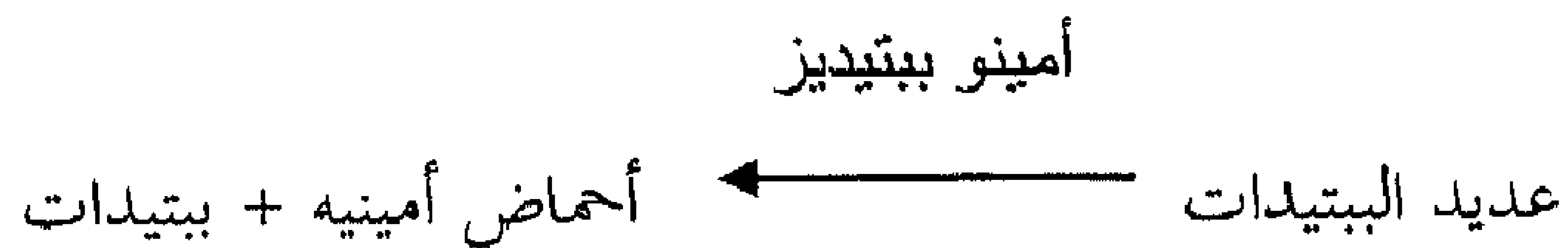
العصارة المعوية Intestinal Secretion

تتكون العصارة المعوية من سائل يحتوي على البيكربونات PH 7.5 – 8.3 وأملاح الصوديوم والمخاط ومجموعة من الإنزيمات الهاضمة .

إنزيمات العصارة المعوية Intestinal enzyme

١ - الببتيديز peptidase

- أمينو ببتيديز Amino peptidase: ويعمل على عديد الببتيدات ويحوله إلى أحماض أمينية .



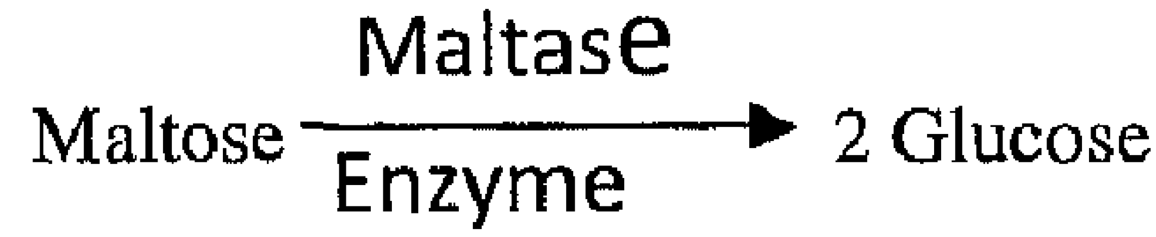
- ثنائي الببتيديز

ثنائي الببتيد ⟵ ٢ حامض أميني

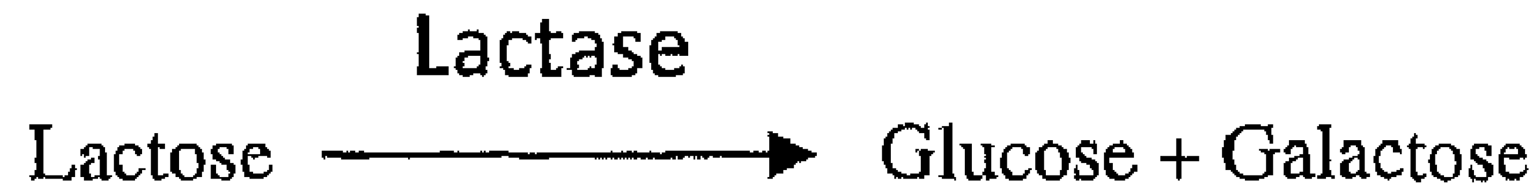
٢- إنزيم يعمل على السكريات الثنائية Disaccharidased

السكريات الثنائية ⟵ السكريات أحادية

- **المالتيز**: يحول سكر المالتوز " الشعير إلى ٢ جلوكوز

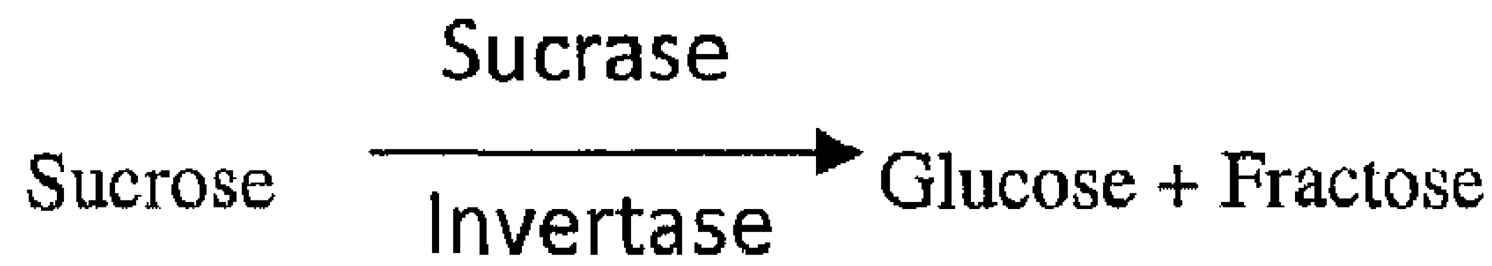


- **لاكتيز Lactase enzyme** : يعمل على تحول سكر اللـــبن Lactose إلى ســـكر الجلوكوز والجلاكتوز .



جلاكتوز + جلوكوز ⟵ سكر اللبن

- **السكريز Sucrase enzyme**: يحول السكروز Sucrose إلى جلوكوز " ســـكر العنب " + فركتوز " سكر الفاكهة "



٣- **الأميليز المعوي Intestinal Iamylase**: يعمل على هضم النشا مع الأميليـــز البنكرياسي واللعابي.

٤- **الليبيز المعوي Intestinal lipase**: يعمل على هضم الـــدهون المتعادلـــة إلى أحماض دهنية وجلسرول.

٥- **نوكلياز Nuclease**: ويعمل على هضم الأحماض النووية والقواعد النيتروجينية.

٦- **الفوسفاتيز Phossphatase**: ويعمل على هضم الفوسفات العضوي.

الحركة في الأمعاء
Intestinal Movements

تعتمد الحركة في الأمعاء على وجود طبقتين من العضلات الملساء أحدهما طولية والأخرى مستعرضة أو دائرية. وبين هاتين الطبقتين توجد الضفيرة العضلية وهذه الضفيرة يتشابك معها أعصاب محركة تأتي من الجهاز العصبي نظير الودي عن طريق العصب المبهم " العاشر " Vagusn والأعصاب الودية من الحبل الشوكي وتعمل هذه الأعصاب على تنبيه الحركة المعوية وتسمى حركة معتمدة على الأعصاب Neurogenic) (ولكن توجد حركات معوية لا تعتمد على هذه الأعصاب لوجود ضفيرتي ماستر" ضفيرة حسية " وضفيرة أورباخ " ضفيرة حركية " وتعمل في حالة قطع الأعصاب عن الأمعاء وتسمى هذه الحركة " حركة عضلية المنشأ " Mogenic Movement.

أنواع الحركات المعوية

١- حركة التمعج " الدودية " Peristaltic Movement

هي عبارة عن موجات متتابعة من الانقباضات ويسبقها ارتخاء وتحدث نتيجة لرد فعل يعتمد على وجود ضفيرة أورباخ . حيث إن قطع هذه الضفيرة يؤدي إلى اختفاء هذه الحركة أي أنها .Neurogenic M .

تحدث الحركة نتيجة لوجود الطعام نصف المهضوم ملاصقاً لجدار الأمعاء ويعمل على تنشيط خلايا ضفيرة أورباخ وحيث يبدأ الانقباض. وظيفة هذه الحركة هي:

- دفع الطعام إلى الأمام في الأمعاء .

- خلط محتويات الأمعاء مع العصارات الهاضمة وتساعد على الهضم .
- تساعد على امتصاص الطعام .

٢- حركة التقطيع Segmentation movement

لا تعتمد هذه الحركة على تنبيه الأعصاب ولكنها حركة عضلية المنشأ Mycgenic. يحث انقباض الأمعاء على مسافات متساوية مسببة تقطيع محتويات الأمعاء إلى قطع بيضاوية متساوية ثم تحدث انقباضات أخرى في الأماكن بين الانقباض .

٣- الحركة التمعجية العكسية

تحدث في عكس اتجاه الحركة وتحدث في الاثنى عشر فتساعد على خلط الكيموس مع البيكربونات ومعادلة الحموضة .

تحدث عند اللفائف لتعمل على تأخير تفريغ الغذاء من الأمعاء الدقيقة إلى الغليظة.

٤- الحركة التوترية Tonic movement

تسبب هذه الحركة عصر محتويات الأمعاء وزيادة الضغط داخل الأمعاء وبالتالي تساعد على الامتصاص .

تعتمد على وجود العصب المبهم وإذا زادت شدتها سببت الإحساس بالمغص المعوي Intestinal colic وتعالج بإعطاء مثبطات للجهاز نظير الودي مثل عقار الأتروبين Atropine .

٥- الحركة البندولية Pendular movement

يحدث مثل البندول وهي حركة عضلية المنشأ ولا تتأثر بالأعصاب اللاإرادية فيها يتحرك جزء من الأمعاء فوق محتويات الأمعاء بصورة أرجحيه مسبباً اهتزاز مكونات الأمعاء . وتساعد على امتصاص الطعام .

٦- حركة الزغبات " الخملات " Villary movement

- وهي حركة طولية تحدث في الزغبات المبطنة لجدار الأمعاء.

- تنشط هذه الحركة بواسطة هرمون Villikinin وأملاح الصفراء والعصب المبهم.
- تساعد على امتصاص الطعام وعصر البنية والأوعية الدموية.

الامتصاص
Absorption

تتم عملية امتصاص الطعام المهضوم في الأمعاء الدقيقة بواسطة الخملات " الزغبات " الموجودة على سطح غشاء المخاطي المبطن للأمعاء الدقيقة وتساعد بعض أنواع حركة الأمعاء على الامتصاص وأيضا زيادة التغذية الدموية في الأمعاء تؤدي إلى زيادة معدل الامتصاص. ويمتص الطعام المهضوم في عدة صور وهي:

١- **السكريات:** تمتص السكريات من الأمعاء الدقيقة في صورة سكريات أحادية وهي سكر الجلوكوز Glocose ، الفركتوز Fractose ، وسكر الجالكتوز Galactose ويتم امتصاص الجلوكوز بطريقة الانتشار المساعد بالنقل المشترك مع شواردات الصوديوم ثم ينتشر الجلوكوز من الطرف الآخر للخلايا المعوية بواسطة الانتشار البسيط إلى السوائل بين الخلايا . ويمتص الجلاكتوز بنفس طريقة امتصاص الجلوكوز ولكن باستخدام ناقل بروتيني آخر على غشاء الخلايا المبطنة للأمعاء . ويتم امتصاص الفركتوز بواسطة ناقل بروتيني آخر دون الاعتماد على شواردات الصوديوم .

بعد امتصاص السكريات الأحادية من الأمعاء تذهب إلى الدورة الدموية البابية للكبد حيث يتم في الكبد استقلاب السكريات وإنتاج الطاقة ثم يتم اختزان السكر الزائد عن حاجة الجسم في الكبد في صورة جلايكوجين أو نشا حيواني بمعدل 5 % من وزن الكبد ويخزن أيضا في العضلات في صورة جلايكوجين بنسبة 1 % من وزن العضلة .

٢- **البروتينات:** يمتص البروتين في صورة أحماض أمينيه وذلك بواسطة النقل المساعد أو الانتشار المساعد بالنقل المشترك مع شواردات الصوديوم بنفس طريقة امتصاص الجلوكوز ولكن باستخدام نواقل أخرى على غشاء الخلايا .

٣- الدهون: تمتص الدهون في صورة أحماض دهنية وجلسرول ويعتمد امتصاص الدهون على طول السلسلة الكربونية للأحماض الدهنية تمتص الأحماض الدهنية المكونة من أكثر من 12 ذرة كربون وتذهب إلى الأوعية اللمفاوية ثم إلى الدم عن طريق القناة الصدرية ولكن الأحماض الدهنية الأقل من 10 ذرات كربون تذهب إلى الدورة البابية للكبد مباشرة .

٤- امتصاص الماء والأملاح: يتم امتصاص 98 % من الماء والأملاح من القناة الهضمية ويكون أعلى معدل امتصاص للماء في اللفائفي والصائم في الأمعاء الدقيقة ثم من القولون في الأمعاء الغليظة .

٥- امتصاص عنصر الصوديوم: يتم امتصاص الصوديوم من خلال الغشاء المخاطي المبطن لخلايا الأمعاء بواسطة النواقل المشتركة على غشاء الخلايا كما توجد مضخة الصوديوم والبوتاسيوم التي تعمل على الغشاء الخارجي لخلايا الأمعاء . يمتص الصوديوم بواسطة النقل النشط في القولون ويمتص معه الماء أيضا امتصاص البوتاسيوم والكلور يتم بواسطة نواقل مشتركة .

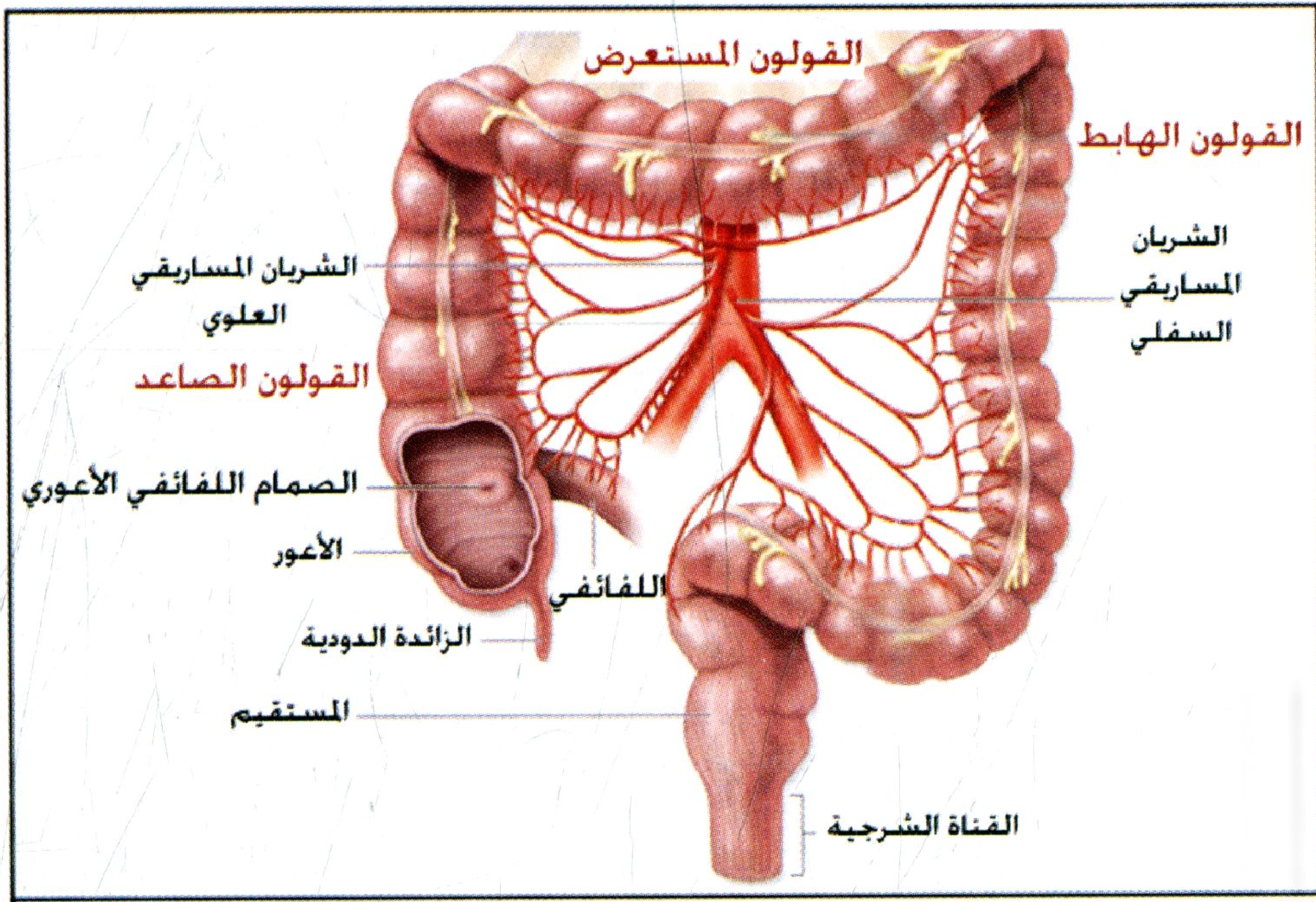
٦- امتصاص الكالسيوم: يتم امتصاص الكالسيوم بواسطة النقل النشط بواسطة فيتامين د Vit. D " 1.25 dihydroxycholecaliforl " من خلايا الأمعاء الدقيقة وتعمل هرمونات الغدد الجار درقية على تنشيط امتصاص الكالسيوم من الأمعاء من خلال تنشيط فيتامين د النشط .

٧- امتصاص الحديد: يمتص الحديد من الأمعاء الدقيقة في صورة حديدوز Fe++ حيث يتحد مع بروتين يسمى Apoferrtin الموجود في خلايا الأمعاء الدقيقة ثم يمر إلى الدم وينقل بواسطة Transferrtin . ويساعد حمض المعدة وفيتامين جـ على امتصاص الحديد في الأمعاء من خلال تحويل الحديد من صورة حديديك Fe+++ إلى حديدوز Fe++ .

٨- امتصاص الفيتامينات: تمتص الفيتامينات التي تذوب في الماء مثل فيتامين ب المركب وفيتامين جـ من خلال الأمعاء ثم إلى الدورة البابية في الكبد وتمتص الفيتامينات التي تذوب في الدهون مثل فيتامين أ ، د ، ك ، هـ بمساعدة أملاح الصفراء حيث تعمل على زيادة امتصاص هذه الفيتامينات التي تذوب في الدهون

الأمعاء الغليظة

تتكون الأمعاء الغليظة من القولون " الصاعد والمستعرض والهابط (النازل) " والمستقيم ثم الشرج (الشكل رقم ٤١).



الشكل رقم (٤١). يوضح تركيب القولون "الأمعاء الغليظة".

وظائف الأمعاء الغليظة Function of large intestine

١- امتصاص الماء والأملاح المعدنية وتركيز نواتج الهضم .
٢- تحويل نواتج الهضم إلى براز والتخلص منها بواسطة عملية التبرز .
٣- تستخدم الأمعاء الغليظة كوسيلة لإعطاء العقاقير وبعض الأدوية مثل المسكنات ومخفضات الحرارة وخاصة الأطفال .
٤- تخلص الجسم من البوتاسيوم الزائد عن حاجة الجسم بواسطة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم وحدوث تبادل بين شواردات الصوديوم والبوتاسيوم Na – K pump .

وظائف الحركة في الأمعاء الغليظة

الحركة في الأمعاء الغليظة دائما حركة بطيئة وتحدث بمعدل 4 – 3 مرات في الدقيقة.

أنواع الحركة

١- حركة تمعجية : هي حركة مسؤولة عن دفع محتويات القولون للأسفل.
٢- حركة التقطيع : هي حركة مسؤولة عن امتصاص الماء والأملاح .
٣- الانقباض الكلي للقولون وتحدث في حالات الإسهال .

الفصل السابع

الجهاز التنفسي

Respiratory system

التنفس

Respiration

هو عملية نقل الأكسجين من الهواء الجوي إلى الأنسجة وطرد ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الهواء ويعتبر الأكسجين و ثاني أكسيد الكربون غازات تنفسية بالرغم من وجود غازات أخرى مثل النتروجين في الهواء الجوي. وتشمل عملية التنفس ثلاث عمليات و هي:

١- التنفس الخارجي External respiration

وتشمل عمليتي الشهيق والزفير و يتم فية تبادل الغازات بين الهواء الجوي والرئتين.

٢- نقل الغازات في الدم . Gas transport

يتم نقل الغازات التنفسية بواسطة الهيموجلوبين أو الخضاب Hemoglobin الموجود في خلايا الدم الحمراء. وهي أحد أهم وظائف الدم.

٣- التنفس الداخلي Internal respiration

يتم فيه استهلاك الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون بواسطة الخلايا وإنتاج الطاقة والتبادل الغازي بين الخلايا ووسطها السائل.

تركيب الجهاز التنفسي

يتكون الجهاز التنفسي من:

١- الممرات التنفسية وتبدأ من الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبة الهوائية أو الرغامي والقصبيتن أو الشعبتين والقصيبات الرئوية.

٢- سطح تنفسي ويتم فيه تبادل الغازات بين الرئتين وتشمل الأسناخ الهوائية أو الحويصلات الهوائية.

٣- جدار الصدر أو عضلات التنفس وهي عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلوع. وهذه العضلات تزيد أو تنقص من حجم التجويف الصدري. وتلك المناطق في الدماغ والتي تسيطر علي العضلات . ترسل سيالاً عصبياً تنظم التنفس من المراكز التنفسية في الدماغ إلي عضلات جدار الصدر.

الممرات التنفسية أو الهوائية Air conducting part

وظائف الممرات التنفسية:

أ) الأنف Nose

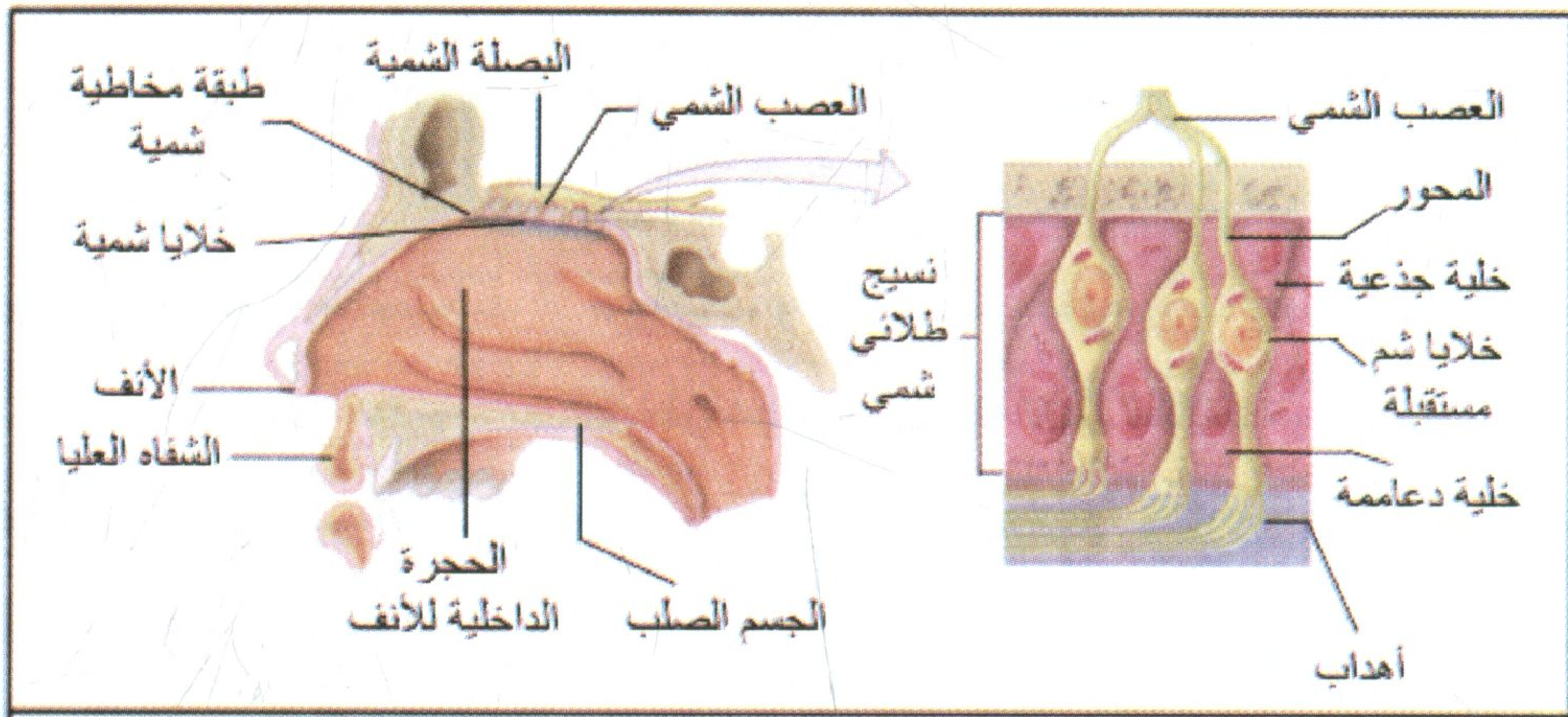
يقوم الأنف بتدفئة الهواء في الأجواء الباردة وترطيب الهواء الجاف في الأجواء الحارة بإضافة بخار الماء إلى هواء الشهيق.

ينقي الهواء بواسطة الشعر الموجود داخل الأنف فيحجز الغبار والتراب من الدخول مع هواء الشهيق.

حاسة الشم وهي من أهم وظائف الأنف . يوجد داخل الأنف مستقبلات الرائحة تستقبل المواد الكيميائية الطيارة وترسل سيالاً عصبياً إلي مركز الشم بالمخ .

يبطن الممرات التنفسية غشاء مخاطي mucous membrane و يحتوي علي أهداب تتحرك بصفة مستمرة في اتجاه البلعوم لطرد الجزئيات الدقيقة الموجودة في هواء الشهيق إلي البلعوم.

تمثل العظام المكونة للتجويف الأنفي مساراً ملتوياً مما يخفض من سرعة مرور الهواء. وحجز العوائق مثل الغبار (الشكل رقم ٤٢).



الشكل رقم (٤٢). قطاع طولي في الأنف في الإنسان يوضح النسيج الشمي.

ب) البلعوم

Pharynxهو أنبوب عضلي يفتح فيه كل من الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي.

ج) الحنجرة Larynx

توجد أعلي الرغامي وهي عضو الصوت وتحتوي علي الحبال الصوتية. ويوجد فوق الحنجرة Epiglottis أو لسان المزمار ووظيفته هي تغطية فتحة الحنجرة أثناء البلع لمنع مرور الطعام إلى الممرات التنفسية (الحنجرة أو القصبة الهوائية).

د) الرغامي أو القصبة الهوائية Trachea

هي عبارة عن أنبوب يمتد من البلعوم إلي الرئتين وتنقسم قبل دخول الرئتين إلي القصبيات الهوائية. وتتكون من عدة غضاريف تظهر في الجزء الأمامي منها ويتكون

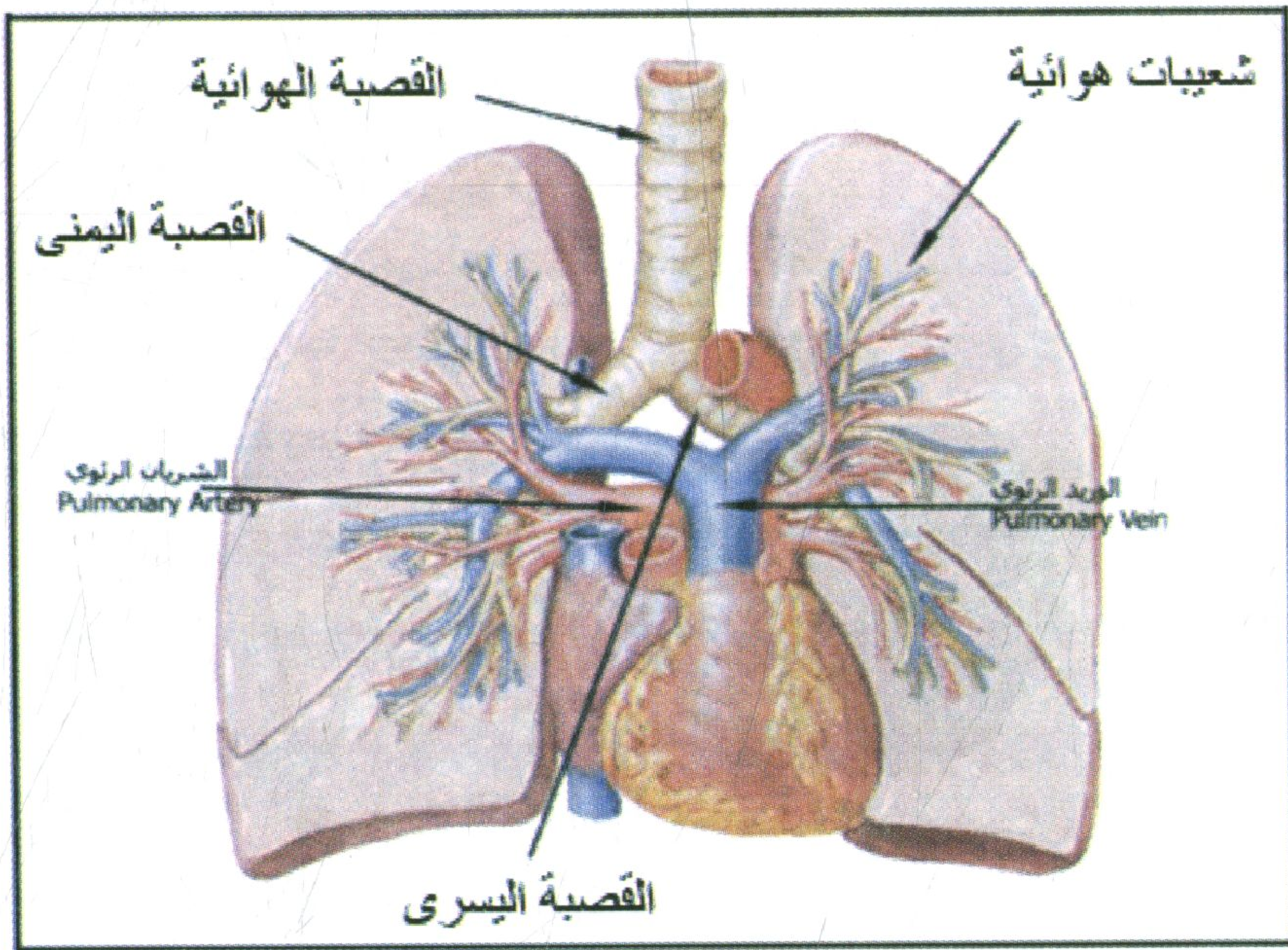
الجزء الخلفي من عضلات وليس غضاريف . ووظيفة الرغامي : هي توصيل هواء الشهيق والزفير من وإلى الرئتين. إصدار الأصوات نتيجة خلق تيار من الهواء خارج من الرئتين ويندفع إلى الأحبال الصوتية لإصدار الصوت.

هـ) الرئتين Lungs

التركيب التشريحي للرئتين: تنقسم الممرات التنفسية أو الهوائية ٢٣ مرة بين الرغامي أو القصبة الهوائية والحويصلات الهوائية أو الأسناخ (الشكل رقم ٤٣).

وتشكل المجموعة الأولي حوالي ١٦ من الممرات منطقة التوصيل للممرات الهوائية. ووظائفها هي نقل الهواء من وإلى الخارج .وتتكون هذه الممرات من القصبات أو الشعب الهوائية والقصيبات أو الشعيبات و الشعيبات النهائية.

أما الأخرى فتشمل " 7 " مناطق تنفسية يتم فيها تبادل الغازات وتتكون من شعبيات تنفسية وقنوات سنخية وأسناخ " حويصلات هوائية "



الشكل رقم (٤٣). يوضح القصبة الهوائية والرئتين والقلب والأوعية الدموية.

وظيفة هذه التفرعات المتعددة:

١- تزيد من مساحة المنطقة العرضية الإجمالية للمرات التنفسية مـــن CM^2 2.5 في الرغامي إلى حوالي CM^2 11800 في الأسناخ " الحويصلات الهوائية " .

٢- تسبب هذه الزيادة انخفاض سرعة مرور الهواء في الممرات التنفسية " الهوائية " إلى قيم قليلة جداً

٣- تحاط الأسناخ بالشعيرات الرئوية الدموية وغشاء هذه الشعيرات رقيـــق جـــداً لدرجة تسمح بتبادل الغازات داخل الرئتين

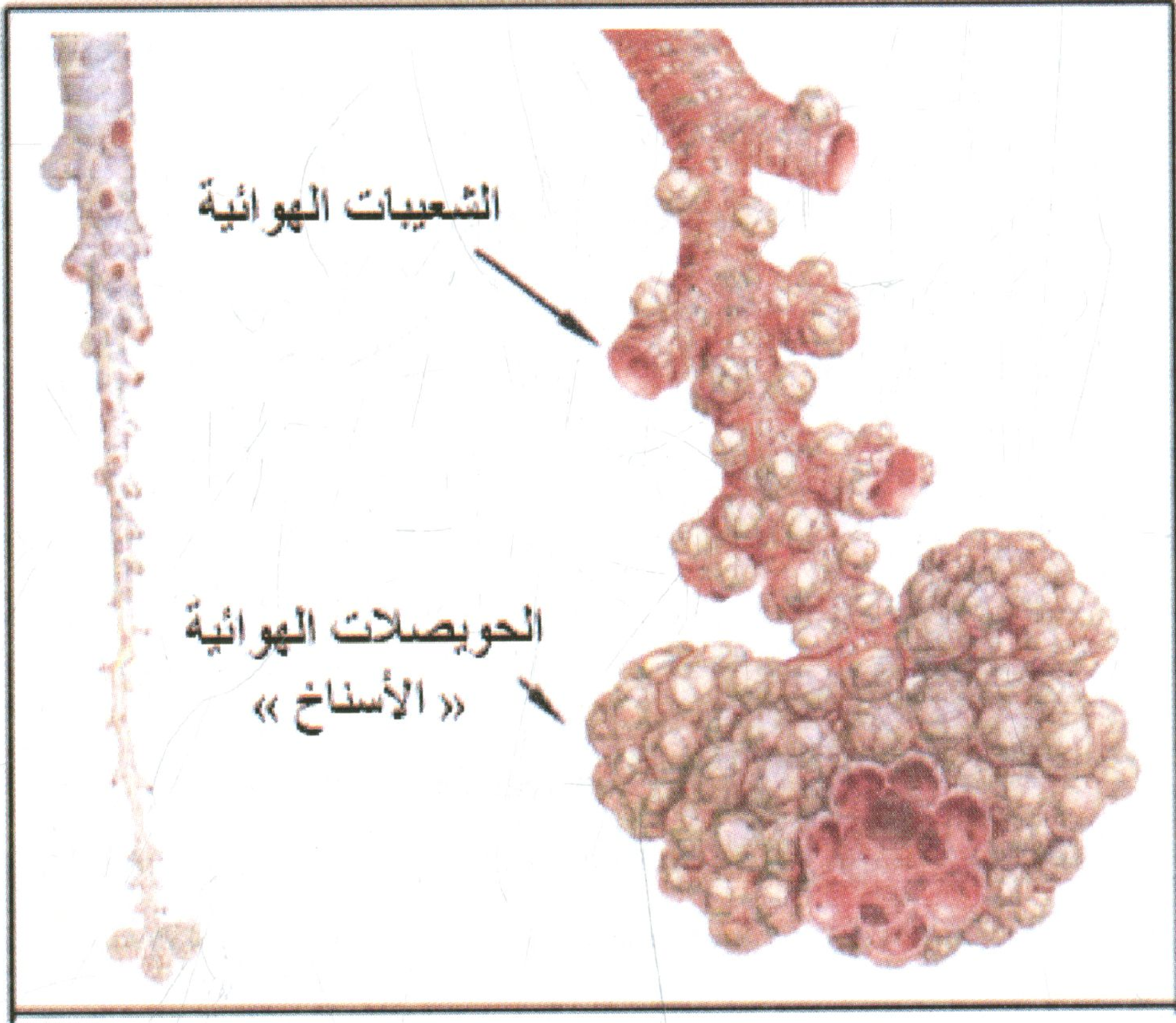
٤- يوجد حوالي 300 مليون سنخ وتبلغ المساحة الكلية للجدران السنخية المتـــصلة بالشعيرات الدموية في كلا الرئتين حوالي M^2 70 - 100

٥- تبطن الأسناخ بنوعين من الخلايا الظهارية :

أ) خلايا النوع الأول : هي خلايا مسطحة ذات مساحات هيولية كبيرة وتسمى الخلايا المبطنة الأولية .

ب) خلايا النوع الثاني " الكيسات الرئوية الحبيبية : " هي خلايا ذات سمك كـــبير وتفرز هذه الخلايا مادة الفاعل السطحي Surfactant .

ج) تحتوي الرئتان أيضا على خلايا بلاعم سنخية رئوية وكيسات لمفيـــة وخلايـــا بلازما وخلايا بدينة " mast sells " التي تفرز الهيبارين والهستامين ودهـــون عديدة وعديد البيتيد التي تساهم في ردود أفعال الحساسية (الـــشكل رقـــم ٤٤).



الشكل رقم (٤٤). يوضح الشعيبات والحويصلات الهوائية داخل الرئة.

الحيز الميت

Dead Space " D.S "

هو عبارة عن أجزاء من الجهاز التنفسي لا يحدث بها تبادل للغازات بين الدم والهواء الجوي مثل الممرات التنفسية كلها .

حجم الحيز الميت حوالي 150 مل من الحجم الأساسي حوالي 500 مل " T.V " في الإنسان . أي أن الإنسان البالغ يتنفس حوالي 16 مرة في الدقيقة ويتنفس في كل مرة حوالي 500 ML أي أنة يتنفس حوالي 8 L في الدقيقة الواحدة .

أنواع الحيز الميت

١- الحيز الميت التشريحي Anatomical D.S .

٢- الحيز الميت الفسيولوجي Physiological D.S .

٣- الحيز الميت السنخي Alveolar D.S .

٤- الحيز الميت التشريحي يعادل كمية الهواء الموجودة في الممرات التنفسية كلها بداية من الأنف حتى الشعبيات التنفسية .

٥- يشمل الحيز الميت الفسيولوجي " الحيز التنفسي التشريحي " بجانب أكياس السنخ الخاملة التي لا تشارك في عملية تبادل الغازات .

القدرات التنفسية (السعات) Respiratory Capacities

تقاس بواسطة جهاز قياس وظائف الجهازالتنفسي أو الرئتين Spirometer :

١- الأحجام التنفسية " الرئوية " Lung Volume .

٢- القدرات التنفسية Lung Capacities .

الأحجام الرئوية

قياس القدرات التنفسية Lung Volume Capacities

حجم المد T.V = Tidal volume

حجم الاحتياطي الشهيقي I.R.V = Inspiratory Reserve volume

حجم الاحتياطي الزفيري E.R.V = Expiratory Reserve volume

الحجم الراكد R.V = Residual volume

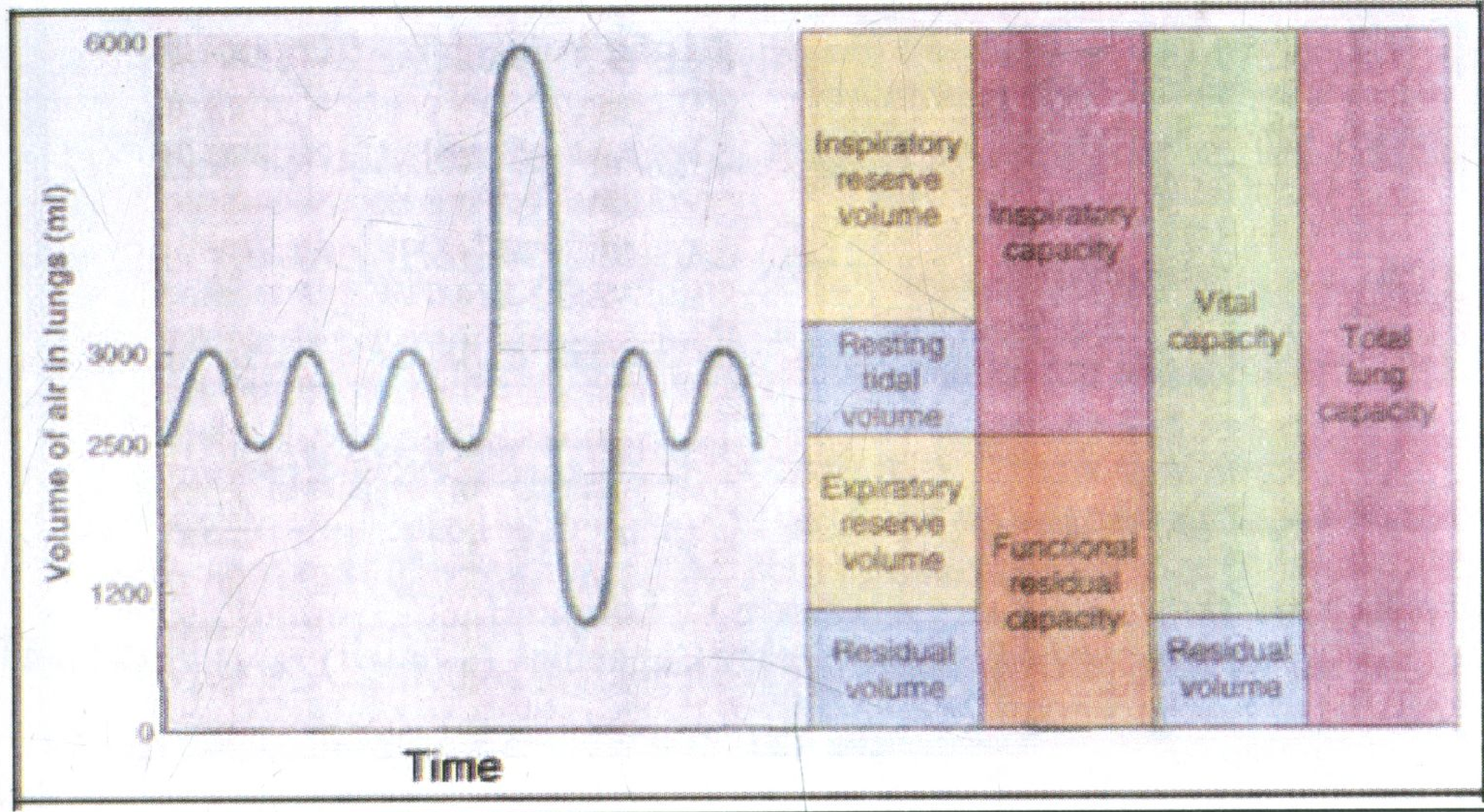
القدرة الشهيقية I.C = Inspiratory Capacity

القدرة الزفيرية F.R.C = Functional Residual Capacity

" السعة " القدرة الحيوية V.C = Vital Capacity

القدرة الكلية للرئتين T.L.C = Total Lung Capacity

انظر الشكل رقم (٤٥).



الشكل رقم (٤٥). يوضح الأحجام والقدرات التنفسية للرئتين.

الأحجام الرئوية Lung Volumes

١- حجم المد T.V : هو كمية الهواء التي تدخل إلى الرئتين أثناء عملية الشهيق Inspiration أو تخرج أثناء الزفير Expiration في التنفس العادي أثناء الراحة Rest ويعادل 500ML

٢- حجم الاحتياطي الشهيقي I.R.V : هو أقصى كمية من الهواء يمكن أن تدخل إلى الرئتين بأقصى شهيق بعد شهيق عادي . ويعادل 3000ML

٣- حجم الاحتياطي الزفيري E.R.V : هو أقصى كمية من الهواء يمكن طردها بأقصى زفير بعد الزفير العادي . ويعادل 1000ML

٤- الحجم الراكد " المتخلف " R.V " : هو حجم الهواء الذي يبقى في الرئتين بعد عمل أقصى زفير . ويعادل 1200ML

القدرات الرئوية " التنفسية " Lung Capacity

١- القدرة الشهقية I.C: هي أقصى حجم من الهواء يمكن للإنسان استنشاقه بعد زفير طبيعي وتساوي

$$I.C = T.V + I.R.V$$
$$I.C = 500 + 3000$$

٢- القدرة الزفيرية F.R.C: هي حجم الهواء الذي يبقى في الرئتين بعد الـــزفير العادي وتساوي

$$F.R.C = R.V + E.R.V$$
$$F.R.C = 1200 + 1000$$

٣- القدرة الحيوية أو السعة الحيوية : V.C هي أقصى حجم من الهواء يمكـــن طرده بأقصى زفير بعد أقـــصى شـــهيق وتعـــادل 4500ML في الرجـــل و4300ML في المرأة.

$$V.C = I.R.V + E.R.V + T.V$$
$$V.C = 3000 + 1000 + 500$$
$$V.C = 4500$$

٤- القدرة الكلية للرئتين :T.L.C هي كمية الهواء الموجودة في الرئتين بعد عمل أقصى شهيق .ويعادل 5700ML أي حوالي 6L .

$$T.L.C = R.V + V.C$$
$$T.L.C = 1200 + 4500$$
$$T.L.C = 5700$$

التهوية الرئوية Pulmonary Ventilation

الدورة التنفسية في إلإنسان Respiratory cycle 3.7 Sec تشمل الدورة التنفسية في الإنسان عمليتي الشهيق والزفير، تنقسم الدورة التنفسية إلى:

١- زمن الشهيق Inspiration time 1.3 Sec

٢- زمن الزفير Expiration time 1.7 Sec

٣- فترة سكون Expiratory Pause 0.7 Sec

في الإنسان البالغ نجد أن زمن هذه الدورة حوالي 3.7 Sec أي أن معدل التنفس يساوي 60 ÷ 3.7 = 17 مرة في الدقيقة. ولكن يزداد هذا المعدل في الأطفال ليصل إلى حوالي 25 مرة/دقيقة .

ويعتمد د خول وخروج الهواء من وإلى الرئتين على الفرق في الضغط بين الهواء الجوي والهواء في أكياس السنخ " Alveoli or air sac "

العوامل التي تؤثر على التهوية الرئوية

١- المقاومة داخل الممرات التنفسية Resistance of Resp . Passage

٢- الضغوط داخل القفص الصدري Pressure relationship

٣- الفاعل السطحي للرئتين Surfactant

٤- قدرة الصدر والرئة على التمدد

أولاً: المقاومة داخل الممرات التنفسية

تعتمد المقاومة داخل الممرات التنفسية على:

١- التوتر في عضلات الشعب الهوائية وتتأثر بواسطة الجهاز العصبي الودي ونظير الودي.

أ) الأدوية التي تعمل على مستقبلات Beta 2 في الجهاز العصبي الودي تؤدي إلى زيادة اتساع الشعب الهوائية ودخول الهواء بكثرة إلى داخل الرئتين وعلى العكس الأدوية التي تعمل على مستقبلات Alpha تحدث ضيقاً في الشعب الهوائية وتقليل دخول الهواء إلى الرئتين .

ب) اثارة الجهاز العصبي نظير الودي يحدث ضيق في الشعب وهذا يفسر زيادة معدل الكحة ويضيق النفس أثناء الراحة وأثناء النوم .

٢- السرتونين Serotonin والهستامين والعامل الحاث للصفائح الدموية PAF تسبب ضيق في الشعب الهوائية Broncho Constriction وعلى العكس تسبب البروستاجلاندين Prostaglandins توسيعاً للشعب الهوائية وزيادة الهواء الداخل إلي الرئتين

٣- رد فعل منعكس يسبب ضيقاً في الشعب الهوائية مثل التعرض للبرد والتراب والغازات السامة والتدخين في الإنسان وتلوث الهواء .

ثانياً: الضغوط داخل القفص الصدري

الضغط الصدري " الضغط داخل البلورى" Intra pleural Pressure: هذا الضغط دائماً (—) Negative سالب القيمة .بمعنى أنه أقل من الضغط الجوي وهو الضغط الموجود حول الرئتين داخل البلورى " pleural " وهو يساوي: 3mmHg - عند نهاية عملية الزفير العادي؛ و6 mmHg - عند نهاية عملية الشهيق العادي؛ ولكن يساوي: 30 - mmHg في الشهيق الجهدي؛ و40 mmHg + في الزفير الجهدي.

الأهمية الفسيولوجية للضغط الصدري

١- يساعد على تمدد الرئتين أثناء عملية الشهيق .والمساعدة علي عملية التنفس.

٢- يساعد على عودة الدم من خارج الصدر إلى القلب عن طريق الوريد الأجوف السفلي.

٣- يساعد على تدفق سائل اللمف و الدم في الأوعية الدموية الرئوية .

الضغط الرئوي Intrapulmonary Pressure: هو الضغط داخل أكياس السنخ وهذا الضغط يتغير حسب نوع الحركة التنفسية ففي أثناء الشهيق يكون أقل من الضغط الجوي بمقدار 2 mmHg ويزداد أثناء الزفير بنفس القيمة أي من الضغط الجوي ويكون مساوياً للضغط الجوي أثناء فترة السكون .

ثالثاً: الفاعل السطحي للرئتين Surfactant

هو عبارة عن مادة تتكون من البروتين والدهون الفسفورية خاصة اللسنين Lecithin وهي تفرز من خلايا النوع الثاني " الخلايا الرئوية Alveolar type II " II وهي تمثل طبقة رقيقة جداً تفصل بين الهواء الجوي ونسيج الرئة وبذلك تمنع التصاق أكياس الأسناخ أثناء عملية الزفير.

تفرز هذه المادة في الجنين عند الشهر السابع من الحمل تحت تأثير هرمون الكرتيزول cortisol الذي يفرز من قشرة الغدة الكظرية للجنين الذي ينشط إفرازه من خلال إفراز ACTH من الغدة النخامية الأمامية.

في حالة ولادة الأطفال المبتسرين قبل الشهر السابع من الحمل يحدث نقص في إفراز وتكوين الفاعل السطحي مما ينتج عنه صعوبة في التنفس عند هذه الأطفال بعد الولادة وبالتالي لابد من وضع هؤلاء الأطفال على أجهزة التنفس الاصطناعي داخل حضانات طبية ويطلق على هذه الحالة Respiratory Distress Syndrome .

ويقل إفراز الفاعل السطحي في الإنسان البالغ في حالات التدخين وفي حالة إجراء جراحات القلب المفتوح.

وظائف الفاعل السطحي Functions of surfactant

١- يقلل الفاعل السطحي معدل التوتر السطحي للسوائل داخل الرئة وبالتالي يمنع من التصاق أكياس الأسناخ.

٢- يمنع رشح السوائل من الدم إلى أكياس الأسناخ.

٣- ينشط الخلايا الأكولة الكبيرة الموجودة بالرئتين وبالتالي الحفاظ على الرئتين.

٤- لها تأثير مضاد للبكتيريا.

٥- تنشط هذه المادة حركة الأهداب داخل القنوات التنفسية.

٦- يساعد الفاعل السطحي على زيادة التهوية الرئوية للرئتين وبالتالي يزيد من قدرة الرئة على إمداد خلايا الجسم بالأكسجين.

رابعاً: قدرة الصدر والرئتين على التمدد Expansion of Chest & Lungs

تؤثر قدرة الصدر والرئتين على التمدد على التهوية الرئوية . هي قدرة الصدر والرئة على التمدد في مقابل الزيادة في معدل الضغط داخل أكياس الأسناخ-"Trans- Pulmonary pressure" .

وتقاس بـ " مل/سم ماء " وهناك عدة عوامل تؤثر على قدرة الصدر والرئتين على التمدد منها :

١- في حالات نقص الفاعل السطحي للرئتين .

٢- تليف الرئة .

٣- أمراض الجهاز التنفسي والصدري والربو وحساسية الصدر .

٤- حالات التهاب مفاصل الضلوع .

٥- حالات الكسور في الضلوع .

عضلات التنفس

Respiratory Muscles

تشمل عضلات التنفس عضلة الحجاب الحاجز والعضلات الضلعية " الداخلية والخارجية " وتتصل هذه العضلات بالأعصاب الواردة من الدماغ حيث توجد المراكز التي تتحكم وتنظم عملية التنفس فترسل سيالات عصبية لإحداث عملية الشهيق وتتابع عملية الزفير . كما توجد العضلات المساعدة وعضلات البطن التي تعمل في حالة التنفس مع بذل مجهود عضلي .

١- عضلة الحجاب الحاجز Diaphragm

الحجاب الحاجز هو عضلة تفصل بين تجويف الصدر والبطن وهو على شكل قبة تتصل بالضلوع وعظمة القص من الأمام والعظام القطنية للعمود الفقري من الخلف وتعتبر أهم عضلة تنفسية في جسم الإنسان حيث يقع عليها حوالي 75 % من عملية التنفس.

وظائف الحجاب الحاجز

١- يؤدي انقباض عضلة الحجاب الحاجز إلى زيادة الضغط داخل التجويف البطني .

٢- ويؤدي أيضا إلى زيادة حجم الصدر طولياً وبالتالي يسبب نقصاً في الضغط الصدري مما يساعد على إحداث عملية الشهيق .

٣- ويؤدي إلى ارتخاء عضلة الحجاب الحاجز إلى عودة حجم الصدر إلى وضعه الأول وبالتالي زيادة الضغط داخل الصدر مما يساعد على إحداث عملية الزفير Expiration

٢- العضلات بين الضلوع

هي نوعان من العضلات وتشمل:

العضلات الضلعية الخارجية External intercostal muscles

وظائفها: يؤدي انقباضها إلى رفع الضلوع في الاتجاهين العلوي والأمامي. وتسبب زيادة في حجم الصدر من أعلى إلي أسفل.

انخفاض الضغط الصدري واندفاع الهواء الجوي إلي الرئتين .

يؤدي ارتخائها إلي عودة القفص الصدري إلى وضعة الأول وحدوث الزفير.

العضلات الضلعية الداخلية Internal intercostal muscles

وظائفها: تنقبض فقط في حالات الزفير مع بذل مجهود وبمساعدة عضلات البطن والعضلات المساعدة وبالتالي تساعد على التنفس مع بذل مجهود عضلي كبير.

مقارنة بين آلية الشهيق وآلية الزفير العادي

Mechanism of Inspiration & Expiration

يقارن الجدول رقم (٣١) بين آلية الشهيق وآلية الزفير العادي.

الجدول رقم (٣١). مقارنة بين آلية الشهيق وآلية الزفير العادي.

		آلية الشهيق Inspiration	آلية الزفير Expiration
١	النوع	عملية الشهيق نشطة Active	عملية الزفير سالبة Passive
٢	القفص الصدري	يتمدد في كل الاتجاهات	يقل في كل الاتجاهات
أ	الحجاب الحاجز	ينقبض ويؤدي إلى زيادة طولية في حجم الصدر	ينبسط ويؤدي إلى نقص في حجم الصدر
ب	العضلات الضلعية الخارجية	تنقبض وينتج عنها رفع الضلوع في الاتجاهين العلوي والأمامي	تنبسط " ترتخي "وينتج عنها عودة القفص الصدري إلى وضعه الأول
٣	الرئتين	تتمدد Distension	تنكمش Callapse
٤	الضغط الرئوي	ينخفض بمقدار 2 – أقل من الضغط الجوي	يزداد بمقدار 2 + أعلى من الضغط الجوي
٥	الضغط البلوري السالب	يزيد الضغط السالب 10 – 6 – mmHg	يقل الضغط السالب إلى 3 mmHg –
٦	الهواء	يندفع الهواء من الخارج إلى داخل الرئتين	يخرج الهواء من داخل الرئتين إلى الهواء الجوي
		يتوقف الشهيق	يتوقف الزفير

تبادل الغازات في الرئتين

Gases Exchange

يتم تبادل الغازات " الأكسجين O2 ، ثاني أكسيد الكربون Co2 " في أكيـــاس السنخ بين الهواء وبين الشعيرات الدموية.

ويعتمد ذلك على:

١- الفرق في الضغط الجزيئي للغاز Partial Pressure

نلاحظ أن ضغط الهواء الجوي عند مستوى سطح البحر يساوي 760 mmHg . ونسبة الأكسجين به 21 % والنيتروجين 78 % وثاني أكسيد الكربون Co2 حوالي 0.04 % وبخار الماء حوالي 0.5 % (الجدول رقم ٣٢).

الجدول رقم (٣٢). يوضح الضغط الجزيئي للغازات.

الضغط الجزيئي Partial Pressure	هواء السنخ Alveolar Air	الدم الشرياني Arterial Blood	الدم الوريدي Venous Blood
١- الأكسجين Po2	100 mmHg	100 mmHg	40 mmHg
٢- ثاني أكسيد الكربون Pco2	40 mmHg	40 mmHg	46 mmHg

٢- معدل انتشار الغاز Rate of Diffusion

ينتشر غاز ثاني أكسيد الكربون حوالي 20 مرة أسرع من غاز الأكسجين لأن ثاني أكسيد الكربون يذوب أكثر في الماء .

٣- خصائص الغشاء التنفسي للرئة Respiratory

أ) غشاء رقيق جداً سمكه 0.6 ميكرومتر .

ب) يفصل هواء أكياس السنخ عن الشعيرات الدموية في الرئة .

ج) يتكون من طبقة وحيدة من نسيج السنخ – الفاعل السطحي Surfactant – الغشاء القاعدي – فراغ بين الخلايا – الغشاء القاعدي للشعيرات الدموية – الغشاء الداخلي المبطن للشعيرات الدموية .

انتقال الغازات في الدم

Gas Transport

١ – انتقال الأكسجين O2 Transport

ينتقل الأكسجين في الدم متحداً مع الخضاب في كريات الدم الحمراء حيث يحتوي الخضاب على الحديد . ويتحد الخضاب مع الأكسجين مكوناً مركباً غير ثابت يسمى " الأكسي هيموجلوبين Oxyhemoglobin " وتسمى هذه العملية الأكسجة . وليست اكسدة حيث يظل جزيء الحديد في صورة حديدوز " ++F " وليس حديديك " +++F " كما في حالة الأكسدة .

نظراً لاحتواء الخضاب على أربع جزيئات من الحديد فهو قادر على نقل ثماني ذرات من الأكسجين إلى الأنسجة " أي أربع جزيئات من الأكسجين " .

وهذا الاتحاد يتم في وقت سريع جداً حوالى 0.1 من الثانية .

وعندما يتحد الخضاب مع أول جزيء من الأكسجين يزيد من رغبة الخضاب في الاتحاد مع الجزيء الثاني وهكذا حتى يتشبع الخضاب تماما بالأكسجين. ونسبة التشبع هي:









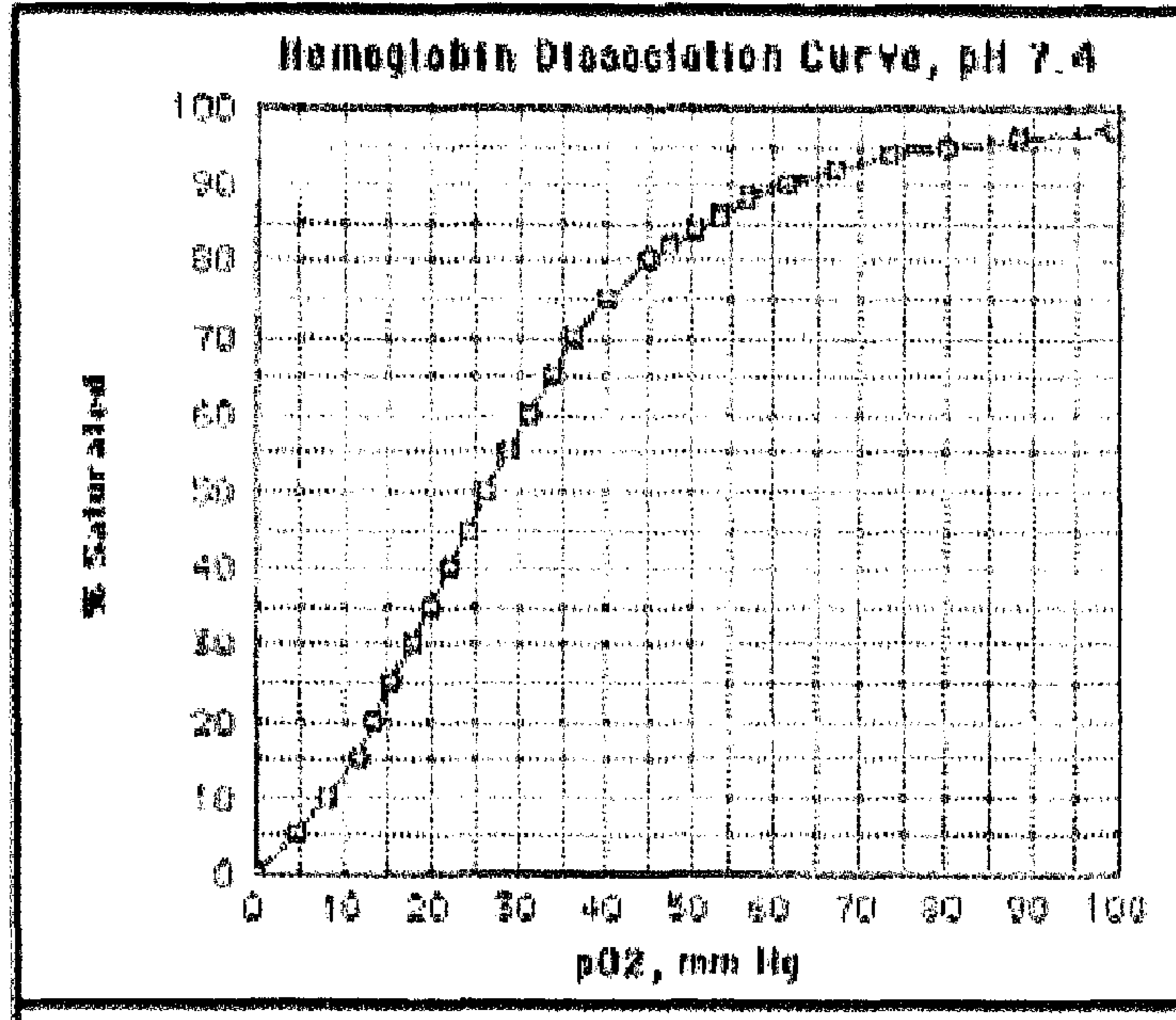
سعة الأكسجين

هي عبارة عن قدرة الهيموجلوبين علي الاتحاد مع الأكسجين وهي حوالي 98.8 في حالة تشبع الخضاب أي حوالي 20% . يستطيع كل جرام من الهيموجلوبين أن يتحد مع 1.33ML من الأكسجين وكل 100 ML من الدم يحتوي على 15 gm من

الهيموجلوبين . أي أن كل 100 ML من الدم يحتوي علي % 20 الأكسجين في حالة 98.8 نسبة التشبع.

منحني تفارق الأوكسجين Oxygen disocosition curve

يدرس هذا المنحنى العلاقة بين ضغط الأكسجين في الهواء ونسبة تشبع الدم بالأكسجين. ويأخذ هذا المنحنى شكل S (الشكل رقم ٤٦).



الشكل رقم (٤٦). يوضح منحنى تفارق الأكسجين.

الأهمية الفسيولوجية لهذا المنحنى

١- عند ضغط الأكسجين حوالي 100 mm Hg يصبح نسبة التشبع حوالي 98.8 ولكن عند انخفاض ضغط الأكسجين إلي حوالي 60 mm Hg يصبح معدل التشبع حوالي % 90 وعند ضغط الأكسجين 40mm Hg يصبح معدل التشبع حوالي % 70 أي

أن الهيموجلوبين يستطيع أن يعطي خلايا وأنسجة الجسم % 30 من الأكسيجين وهذا يحدث في حالات ممارسة الرياضة.

٢- عند انخفاض ضغط الأكسجين في الهواء الجوي يقل معدل التشبع بمقدار 10%.

العوامل التي تؤثر علي منحنى تفارق الأكسجين

١- **نسبة ثاني أكسيد الكربون** : فعند زيادة مستوي CO_2 في الدم فإن معدل تشبيع الهيموجلوبين بالأكسجين يقل أي يزداد تفارق الأكسجين أي يعطي الهيموجلوبين الأكسجين بسهولة إلى الخلايا أي انحياز المنحنى ناحية اليمين . والعكس يحدث عند نقص نسبة CO_2 يحدث انحياز المنحنى ناحية اليسار.

٢- **درجة الحرارة** : عند زيادة درجة الحرارة يزداد منح الخلايا الأكسجين . ويقل معدل تشبع الدم بالأكسجين . وهذا يحدث في حالات ممارسة الرياضة.

٣- **درجة الأس الهيدروجيني PH**: عند زيادة تركيز شوارد الهيدروجين في الدم في حالات الحماض يقل معدل تشبع الدم بالأكسجين ويحدث العكس في حالات القلاء.

٤- **2,3DPG**: الزيادة في مستوى الDPG 2,3 يسبب انحياز المنحنى إلى اليمين.

٢- انتقال ثاني أكسيد الكربون في الدم Co2 Transport

يوضح الجدول رقم (٣٣) محتوى ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني والدم الوريدي.

الجدول رقم (٣٣). محتوى أكسيد الكربون في الدم الشرياني والدم الوريدي.

	الدم الشرياني (100 ml) Arterial Blood	الدم الوريدي (100 ml) Venous Blood
محتوى ثاني أكسيد الكربون Co2 Content ml/100ml	50 ml	55 ml
الضغط الجزيئي لثاني أكسيد الكربون Co2 Tension mmHg	40 mmHg	46 mmHg

النسبة الأساسية من ثاني أكسيد الكربون Tidal Co2

هو الفرق بين محتوى ثاني أكسيد الكربـون في الأوردة والـشرايين. وهـي "5 ml/100 ml" دم وهذه الكمية تمثل النشاط الاستقلابي للأنـسجة والـتي يـتخلص منها الجهاز التنفسي

Tidal Co2 = 55 – 50 = 5 ml/100 ml

صور نقل ثاني أكسيد الكربون في الدم

١- صورة حرة 10 % Physical Solution .

٢- صورة اتحاد كيماوي بنسبة 90 % :

أ) متحداً مع الخضاب " مركب الكارب أمين " 20 % .

ب) أملاح بيكربونات البوتاسيوم والصوديوم 70 % .

آلية نقل ثاني أكسيد الكربون

١- عند دخول ثاني أكسيد الكربون Co2 إلى كريات الدم الحمراء يتحول إلى حمض الكربونيك Carbonic Acid بعد اتحاده مع المـاء في وجـود إنـزيم الكربونيـك الأنهيدريز.

٢- يوجد هذا الإنزيم داخل كريات الدم الحمراء وليس في البلازما



Co2 + H2o ⇌ H2Co3

حمض الكربونيك ماء ثاني أكسيد الكربون

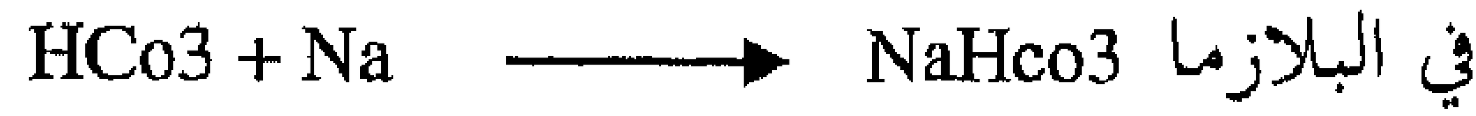
٣- يتأين حمض الكربونيك المتكون في وجود الخـضاب إلى كهـاول الهيـدروجين والبيكربونات



H2Co3 —— H + Hco3

٤- ترتبط البيكربونات مع البوتاسيوم في كريات الدم الحمراء وتكـون بيكربونـات البوتاسيوم أو يخرج جزء من البيكربونات ويتحد مع الصوديوم في البلازما مكوناً " بيكربونات الصوديوم "


في كرية الدم الحمراء $HCo3 + K \longrightarrow KHCo3$


في البلازما $HCo3 + Na \longrightarrow NaHco3$

ويتحد H مع الخضاب المختزل في الكريات الحمراء أثناء مرورها في الأنـسجة حيث يختزل الخضاب نتيجة انطلاق الأكسجين منـه إلى الأنـسجة النـشطة ويحـل الهيدروجين محل البوتاسيوم في جزيء الخضاب


$KHb + H2Co3 \longrightarrow HHb + KHco3$

بيكربونات بوتاسيوم + خضاب مختزل ← حمض كربونيك + خضاب البوتاسيوم

تنظيم التنفس

Regulation of respiration

تتم عملية التنفس تحت تأثير السيالات العصبية الواردة من الدماغ إلى عـضلات التنفس ويتوقف التنفس في حالة انقطاع النخاع الشوكي فوق منشأ الأعصاب الحجابية.

ويحدث تنظيم لهذه السيالات العصبية الواردة من الدماغ بواسطة الـتغيرات في مستوى الأكسجين في الدم PO2 ، وثاني أكسيد الكربـون Pco2 وتركيـز شـوارد الهيدروجين +H. وهذه المؤثرات تنظم التنفس بطريقة كيميائية.

التنظيم الكيميائي للتنفس

١- مستوى الأكسجين في الدم PO2

إن انخفاض مستوى الأكسجين في الدم عن معدل أقل من 60 mmHg يحدث اثارة للمستقبلات الكيميائية المحيطية موجودة في الجسم السباتي والجسم الأورطـي وترسـل سيالات عصبية إلى مراكز التنفس في الدماغ وتعمل على زيادة معدل التنفس .

٢- مستوى ثاني أكسيد الكربون في الدم Pco2

إن مستوى ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني Pco2 يحافظ بالحالة الطبيعية على قيمة 40 mmHg عندما يكون هناك ارتفاع في مستوى ثاني أكسيد الكربون الشرياني كنتيجة لازدياد الاستقلاب في الأنسجة يحدث تنبيه للتنفس وبالتالي يصبح معدل التخلص من ثاني أكسيد الكربون مرتفعا إلى أن يهبط مستواه إلى الحدود الطبيعية مؤدياً إلى إنهاء عملية التنبيه.

عند استنشاق مزيج غازي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون فإن Pco2 السنخي يرتفع مؤدياً إلى ارتفاع Pco2 الشرياني. ويحدث تنبيه للتنفس عن طريق إثارة مراكز التنفس في النخاع المستطيل من خلال المستقبلات المركزية ثم يزداد معدل التخلص من Co2 وينخفض Pco2 في الأسناخ إلى الحدود الطبيعية.

٣- مستوى شوارد الهيدروجين " H^+ "

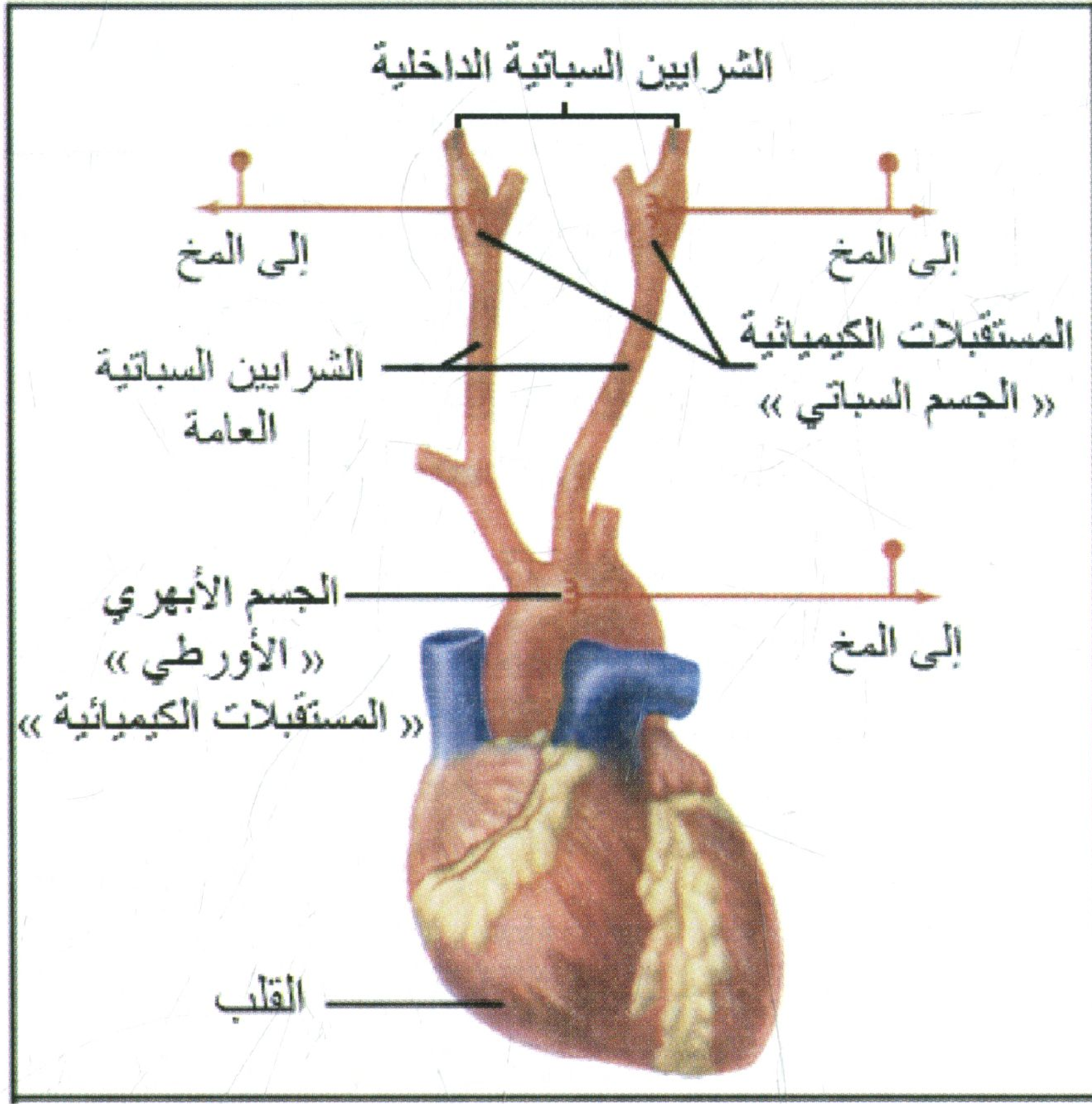
تعمل الزيادة في مستوى شوارد الهيدروجين على إثارة المستقبلات الكيميائية المحيطية والتي تعمل على تنشيط مراكز التنفس ويزداد معدل التنفس في حالة حدوث حماض في الدم.

أنواع المستقبلات الكيميائية

يوجد نوعان من المستقبلات الكيميائية وهي مستقبلات كيميائية (المحيطية أو الطرفية) والمركزية (الشكل رقم ٤٧).

مقارنة بين المستقبلات الكيميائية المحيطية والمركزية

في الجدول رقم (٣٤) مقارنة بين المستقبلات الكيميائية المحيطية والمركزية.



الشكل رقم (٤٧). يوضح أماكن المستقبلات الكيميائية الطرفية في الشرايين.

الجدول رقم (٣٤). مقارنة بين المستقبلات الكيميائية المحيطية والمستقبلات الكيميائية المركزية.

	المستقبلات الكيميائية المحيطية	المستقبلات الكيميائية المركزية
مكان وجودها	- توجد عند تفرع الشريان السباتي العام مثل " الجسم السباتي Carotid Bodies " - يوجد الجسم الأبهر في القوس الأبهرمن الشريان الأبهر " - تتحكم في التنفس بواسطة أعصاب حسية تصل سيالات عصبية إلى النخاع المستطيل .	- توجد على جانبي السطح السفلي من النخاع المستطيل قريبه من مراكز التنفس. - لها اتصال مباشر مع مراكز التنفس .

تابع الجدول رقم (٣٤).

	المستقبلات الكيميائية المحيطية	المستقبلات الكيميائية المركزية
التنشيط	- ينشط بواسطة عدة عوامل بالدم : ١. نقص ضغط الأكسجين O_2 Tension . ٢. زيادة تركيز شوارد الهيدروجين . نقص الأس الهيدروجيني pH. حدوث حموضه . ٣. زيادة ثاني أكسيد الكربون CO_2 بالدم . - ولكن مستوى الأكسجين في الدم الشرياني هو الحاث الحقيقي لعمل هذه المستقبلات .	يستجيب لتغييرات في مستوى ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الدم ولكن شوارد الهيدروجين في الدم لا يمر عبر (B.B.B الحاجز الدموي للمخ Blood Brain Barrier . - ولكن ثاني أكسيد الكربون يستطيع أن يعبر ويتحول داخل السائل الدماغي إلى حمض الكربونيك الذي يتحلل إلى بيكربونات + شوارد هيدروجين $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$ ويقوم H^+ باثارة المستقبلات المركزية

التنظيم العصبي للتنفس

يتم تنظيم التنفس العفوي المنتظم من خلال سيالات عصبية قادمة من الدماغ من مراكز التنفس في كل من الجسر والنخاع المستطيل وتمر هذه السيالات العصبية من خلال أعصاب حركية تتصل بعضلات التنفس وتتغير نوعية ونشاط المراكز العصبية في النخاع المستطيل والجسر تبعا للاوامر القادمة من المراكز العليا في الدماغ والمستقبلات الكميائية والميكانيكية .

أنواع مراكز التنفس

١- مراكز الجسر Pontine centres .

٢- مراكز النخاع المستطيل Medullary centres .

أولاً: مراكز الجسر

يحتوي الجسر علي نوعين من المراكز التنفسية هما:

١-مركز النيموتاكسيك Pneumotaxic: ويطلق علية المركز الجاذب الرئـوي. ويوجد في الجسر في الجزء العلوي وهو يؤثر على انسيابية حركات التنفس (الشهيق والزفير) وتتابعها من خلال إحباط مركز الشهيق.

أ) هو المركز المسؤول عن زيادة سرعة التـنفس في حـالات الخـوف والغضب.

ب) لا يعمل هذا المركز أثناء الراحة.

٢-مركز الأبنيوسيتك Apneustic centre:

أ) يرسل هذا المركز سيالات عصبية تنشط مركز الـشهيق في النخـاع المستطيل.

ب) يستقبل سيالات مثبطة من مركز النيمو تاكسيك ومن العصب الحائر من الرئتين لكي تتوقف عملية الشهيق.

ثانياً: مرا كز النخاع المستطيل

١- مجموعة تقع في الجزء الظهري " مركز الشهيق:

أ) يخرج من مركز الشهيق سيالات عصبية تمر خلال العـصب الحجـابي Phernic Nerve إلى الحجاب الحاجز والعضلات الخارجية بين الضلوع.

ب) يرسل سيالات عصبية محدثة للشهيق وعند تثبيط هذا المركز يحدث الزفير.

ج) يستقبل إشارات حسية من المستقبلات الميكانيكية والكيميائية من خلال العصب المبهم "الحائر" والعصب اللساني البلعومي ومن خلال الـسيالات العصبية المثبطة والقادمة إلى مركز الشهيق على فترات منتظمة فيتم تتابع الشهيق والزفير.

٢- مركز الزفير Expiratory Centre: يوجد في الجزء الوحشي أو البطني من النخاع المستطيل هذا المركز لا يعمل أثناء التنفس العادي " الراحة " ولكن يعمل هذا المركز فقط في حالات التنفس العميق السريع ويؤدي إلى خروج سيالات عصبية مسؤولة عن سرعة ارتداد الضلوع إلى مكانها قبل حدوث الشهيق وزيادة الضغط داخل الرئتين ويغذي العضلات الضلعية الداخلية .

بعض الحركات التنفسية

١- الكحة (السعال) Cough

هي عبارة عن شهيق متوسط يعقبه زفير قوي تغلق خلاله فتحة المزمار ثم تنفرج فجأة فتحة المزمار فيندفع الهواء "الزفير" خارجاً بضغط عالٍ طارداً معه الأجسام الغريبة.

السبب Causes: وجود جسيمات دقيقة على الأجزاء التنفسية السفلى مثل الحنجرة –القصبة الهوائية– الشعب الرئوية.

آلية الكحة: تنبيه هذه الأجسام الغريبة لمستقبلات الغشاء المخاطي Mucous membrane المبطن لهذه الممرات التنفسية مما يؤدي إلى خروج سيالات عصبية في العصب المبهم Vagus n. إلى مركز الكحة في النخاع المستطيل M.O فتحدث الكحة.

أنواع الكحة

١- **الكحة الجافة Dry Cough**: تحدث نتيجة تنبيه مركز الكحة في النخاع المستطيل لوجود مواد مهيجة وتكون هذه الكحة جافة لا يصاحبها بلغم.

٢- **كحة مصحوبة بالقشع "البلغم" Sputum**: تحدث نتيجة وجود مواد تثير الغشاء المخاطي للممرات التنفسية السفلى حيث يفرز بها البلغم.

ويختلف علاج كل نوع حسب السبب. **ففي النوع الأول**: يكون العلاج بإعطاء مهدئات الكحة التي تؤثر على النخاع المستطيل.

وفي حالة الكحة المصحوبة بالبلغم: يعطى طارداً للبلغم "مذيبات المخاط".

٢- العطس Sneezing

يشابه الكحة ولكن يحدث إثارة للأغشية المخاطية المبطنة للأنف حيث تمر السيالات العصبية من خلال العصب الثلاثي التوأم Trigeminal Nerve إلى مركز العطس Sneezing centre في النخاع المستطيل M.O .

٣- التثاؤب Yawing

هو عبارة عن شهيق عميق يساعد على فتح معظم أكياس السنخ الخاملة.

وهو محاولة من الجهاز التنفسي لزيادة معدل التهوية الرئوية ويحدث نتيجة نقص الأكسجين في الدم.

الوظائف غير التنفسية للرئتين Non Respiratory Function

١- استخلاص والتخلص من السيروتونين Serotonin والنورأدرينالين بواسطة أنزيم احادي أمين المؤكسدة وكذلك التخلص من البراديكنين .

٢- تحويل الأنجيوتنسينوجينن I إلى أنجيوتنسين II بواسطة إنزيم محول Converting enzyme .

٣- معظم البروستاجلاندين المفرز من الجسم يتحطم خلال مروره في الرئتين حوالى 80 % منه.

الفصل الثامن

الغدد الصماء

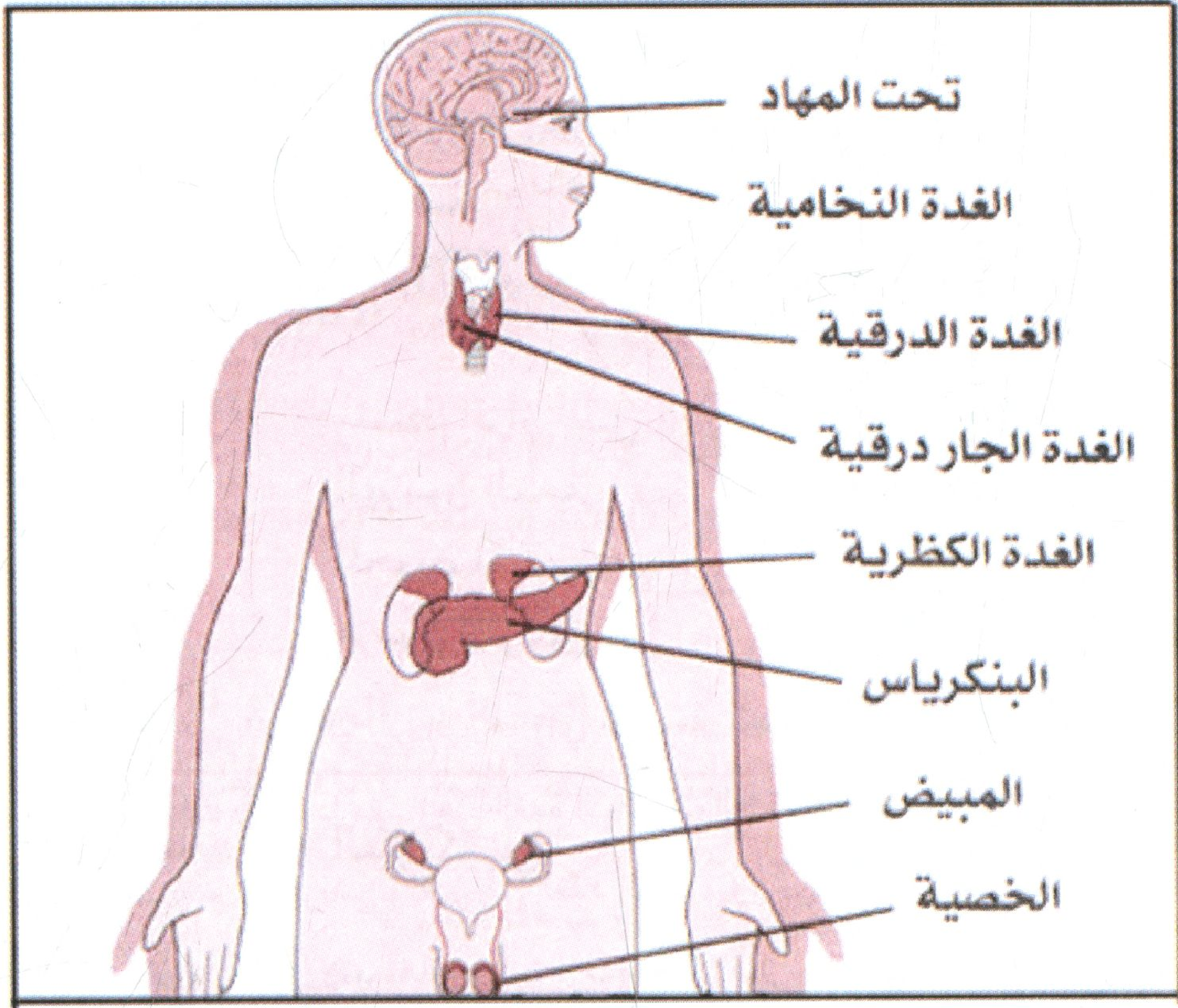
glands Endocrine

مقدمة

الغدد الصماء هي الغدد التي تمر إفرازها (أي الهرمونات Hormones) إلي الدم بدون قنوات أي أنها غدد ذات إفراز داخلي وهي الغدة النخامية والغدة الدرقية و الغدد الجار درقية والغدة الكظرية و البنكرياس ويعتبر من الغدد الصماء في حالة إفرازٍ هرموني الأنسولين والجلوكاجون من جزر لانجر هانز و أيضا غدة ذات إفراز خارجي عند إفراز العصارة البنكرياسية وهناك أيضا غدد ذات إفراز خارجي مثل الغدد اللعابية والكبد. ويعتبر المبيض في الإناث والخصية في الذكور من الغدد الصم ومن الغدد ذات الإفراز الخارجي في حال تكوين البويضات والحيوانات المنوية (الشكل رقم ٤٨).

يوجد مجموعة أخرى من الهرمونات تفرز موضعيا Local hormones مثل الأسيتل كولين والبروستاجلاندين والسيترتونين والبرادي كينين.

وحديثا تم اكتشاف خلايا ليست ذات طبيعة غدية ولكنها تفرز هرمونات أو رسائل كيميائية تعمل علي تنشيط وظائف بعض أعضاء الجسم . مثل الخلايا الكلوية وتفرز هرمون الأريثروبيوتين erythropoietin والذي ينشط نخاع العظم ويزيد عدد خلايا الدم الحمراء. وهرمون ينظم مستوى الصوديوم والضغط ويفرز من الأذين في القلب يسمي (ANH) Atrial natriuretic hormone.



الشكل رقم (٤٨). يوضح جهاز الغدد الصماء في جسم الإنسان.

وبعض من الخلايا الليمفاوية والخلايا الوحيدة وتفرز السيتوكين أو الأنترلـــوكين Interleukins والأنترفيرون وأيضا الصفائح الدموية وتفرزعامل النمـــو Growth factors . والخلايا الدهنية وتفرز هرمون اللبتين Leptin hormone. وتفرز خلايا المشيمة هرمونات البروجسترون والأستروجين وموجة القند المشيمي أثناء الحمل.

خصائص الهرمونات

١- تفرز الهرمونات من خلايا الغدد الصماء وتنقل بواسطة الدم إما حرة أو مرتبطة مع بعض بروتينات البلازما وتحدث تأثيرها في مناطق مختلفة من أعضاء جسم الإنسان تسمى الأعضاء المستهدفة Target organs.

٢- تحتوي الأعضاء المستهدفة على نوع خاص من البروتينات تسمى مستقبلات الهرمون وتوجد هذه المستقبلات إما على الغشاء الخلوي أو داخل السيتوبلازم أو النواة حسب التركيب الكيميائي للهرمون.

٣- يختلف التركيب الكيميائي للهرمونات وجد أن بعض هذه الهرمونات يتكون من حمض أميني متحد مع اليود مثل هرمونات الغدة الدرقية أو من البروتينات مثل الأنسولين وهرمونات الغدة النخامية أو من الكولستيرول (استروتيدات) مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية والهرمونات الجنسية مثل هرمون الأستروجين والبروجستيرون في الإناث والتستستيرون في الذكور أو مكونة من أحماض دهنية مثل البروستاجلاندين.

٤- تعمل هذه الهرمونات مع الجهاز العصبي على تنظيم وتنسيق وظائف أعضاء الجسم .

٥- بعض الهرمونات لها تأثير محفز أي منشط والبعض الأخر له تأثير مثبط مثل الهرمونات التي تتحكم في إفراز الغدة النخامية وتفرز من الوطاء في المخ .

٦- تتكون الهرمونات في خلايا الغدد الصماء داخل الشبكة الهيولية أو أجسام جولجي.

٧- تعمل بعض الهرمونات على زيادة معدل Cyclic AMP أو GMP أو زيادة مستوى شواردات الكالسيوم داخل خلايا الأعضاء المستهدفة فتحدث التأثير أو الوظائف.

٨- تعمل الهرمونات على ثبات معدلات السكر بالدم مثل هرمون الأنسولين أو معدل الكالسيوم والفسفور في الدم مثل هرمون الغدة الجار درقية أو معدل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم مثل هرمون الألدوستيرون وتجعل البيئة الداخلية للجسم ثابتة

.

٩- تعمل بعض الهرمونات على معدلات الطاقة في الجسم مثل هرمونات الغدة الدرقية والبعض الأخر يجعل الإنسان يواجه المواقف الصعبة والإجهاد مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية ولب الغدة الكظرية مثل هرمون الأدرينالين.

١٠- يؤدي الخلل في مستوى في وظائف الغدد الصماء سواء نقص إفراز أو زيادة إفراز الغدة إلي خلل في مستوى الهرمون في الدم ظهور حالات مرضية تؤثر على الوظائف الفسيولوجية للجسم.

١١- يتم تنظيم مستوى هذه الهرمونات عن طريق سيطرة وتحكم بعض الغدد علي وظائف الغدد الأخرى مثل الوطاء أو الغدة النخامية . والبعض الآخر بواسطة مستوى بعض المواد والعناصر في الدم مثل مستوى الجلوكوز في الدم ينظم معدل إفراز الأنسولين.

١٢- يوجد نوعان من التغذية العكسية في تنظيم إفراز الهرمون أو Feed -back Mechanism تغذية عكسية سالبة وتغذية عكسية موجبة . فالأولى مثبطة لإفراز الهرمون والثانية منشطة للإفراز.

الغدة النخامية

Pituitary gland

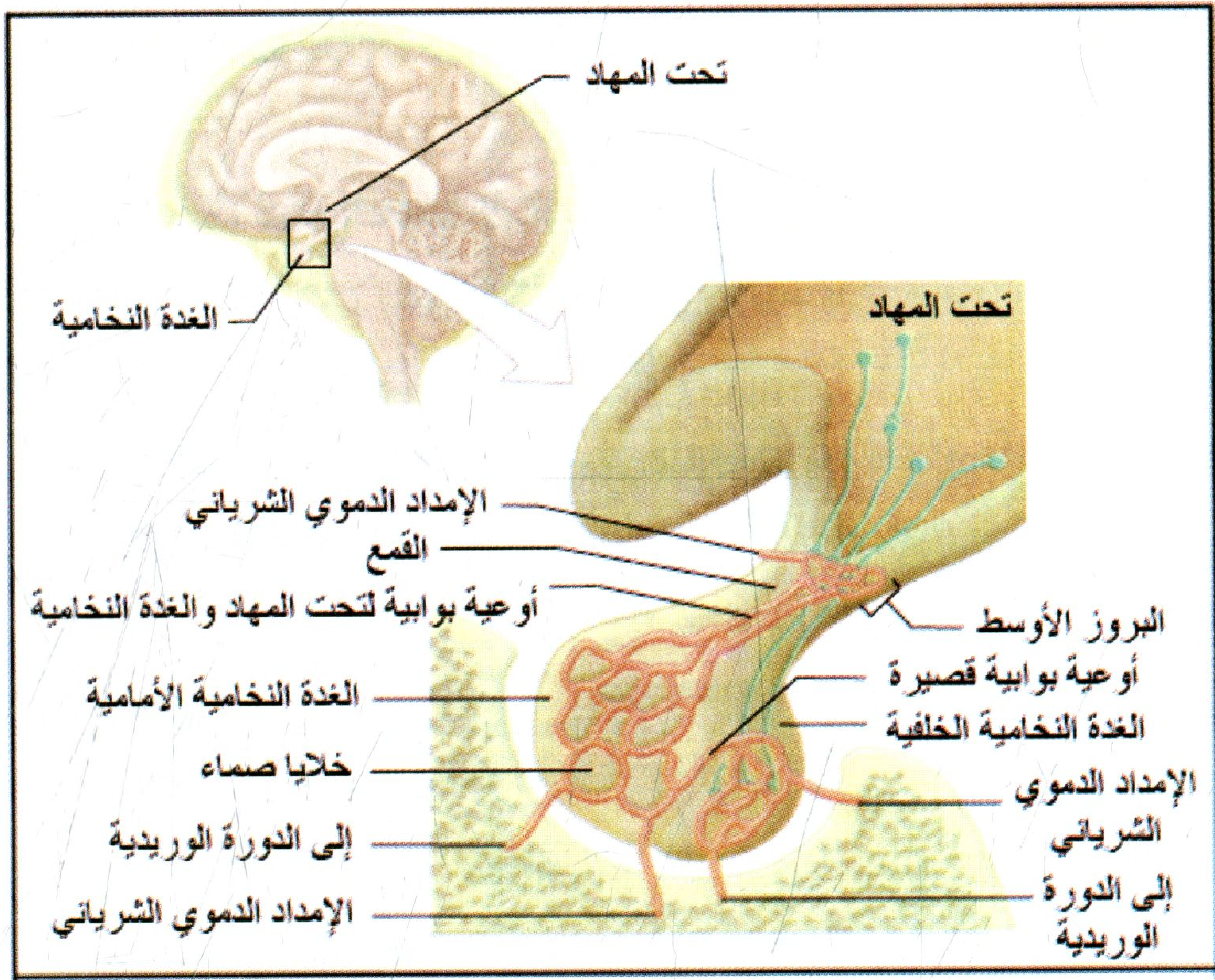
توجد الغدة النخامية أسفل المخ من ناحية الوطاء hypothalamus وأعلى سقف الفم ويبلغ وزنها حوالي ٠,٧٥ جرام في الإنسان ويكون وزنها أعلى في الإناث وخصوصا أثناء الحمل وتعتبر الغدة النخامية هي الغدة المسيطرة على نشاط الغدد الصماء في الجسم.

وتتكون من الغدة النخامية الأمامية Anterior pituitary (adeno hypohysis)

الغدة النخامية الخلقية posterior pituitary (neurohypohysis)

العلاقة بين الوطاء والغدة النخامية

تتحكم الوطاء في وظائف الغدة النخامية الأمامية بواسطة إفراز عوامل أو هرمونات منشطة أو مثبطة لإفراز الغدة النخامية. وتفرز في الدم وتصل الغدة النخامية عن طريق الدورة البابية بين الوطاء والغدة النخامية الأمامية. أو تفرز هرمون المانع لإدرار البول Antiduratic Hormone (ADH) أو هرمون الأوكسي توسين Oxytocin في المحاور العصبية للعقد أو النواة فوق البصرية والنواة تحت البطينية في الوطاء وتفرز من الغدة النخامية الخلفية إلي الدم.



الشكل رقم (٤٩). يوضح العلاقة بين تحت المهاد والغدة النخامية.

الهرمونات الحاثة للغدة النخامية الأمامية

١- Gn-RH وينشط إفراز [FSH -LH] وتنشط هذه الهرمونات وظائف المبيض والخصية وظهور علامات البلوغ في الإنسان.

٢- TRH محرر الدرق وينشط إفراز الغدة النخامية لتفرز هرمون TSH منشط الغدة الدرقية.

٣- CRH محرر الكظر وينشط إفراز ACTH منشط الكظر وينشط إفراز هرمون الكورتيزول Cortisol من قشرة الغدة الكظرية.

٤- GH-RH محرر هرمون النمو وينشط إفراز هرمون النمو Growth hormone من الغدة النخامية الأمامية.

الهرمونات المثبطة للغدة النخامية الأمامية

١- الهرمون المثبط لهرمون النمو أو السوماتوستين . ويثبط إفراز هرمون النمو من الغدة النخامية.

٢- الهرمون المثبط لهرمون اللبن أو الدوبامين Prolactin inhibiting hormone (Dopamine or DA). ويثبط إفراز هرمون اللبن.

الغدة النخامية الأمامية

تتكون من ثلاث فصوص:

١- هي الفص الأمامي "الغدي" pars distalis.

٢- الفص الوسطي pars intermedia.

٣- الفص الدرني pars tuberalis.

ويفصل بين الغدة النخامية الأمامية والخلفية جزء يسمى شق الغدة.

١- الفص الأمامي

تتكون خلايا الفص الأمامي من نوعين من الخلايا هي:

أ) خلايا كارهة للون أو للأصباغ Chromophobes : وهي ذات هيولي شــاحبة وغير محببة.

ب) خلايا محبة للون أو للأصباغ Chromophils وهي نوعان:

- خلايا محبة للون أو للأصباغ الحامضية acidophils cells: خلايا ألفا وهي خلايا تفرز هرمون النمو الذي يؤثر على خلايا الجسم مباشــرة growth hormone و تمثل حوالي 70 % من خلايا الفص الأمامي و هرمون اللبن أو الـــبرولاكتين Prolactin hormone . وهو الهرمون المسؤول عن تكوين اللبن في الثدي بعـــد الولادة.
- خلايا محبة للون أو للأصباغ القاعدية basophilic cells : خلايا بيتا وهي خلايا تمثل حوالي 30 % من خلايا الفص الأمامي وتفرز مجموعة من الهرمونات تحفز إفراز هرمونات الغدد الصماء الأخرى مثل: الهرمون الحاث للغـــدة الدرقيـــة Thyrotropin (TSH) وينشط إفراز هرمونات الغدة الدرقية و الهرمون الحاث لقشرة الكظرية (ACTH) ومنشط أو حافز المناسل Gonadotropin hormone [FSH- LH] هرمون الملوتن– الهرمون الحاث للجراب .

٢- الفص الأوسط pars intermedia

ويوجد بين الفص الأمامي و الغدة النخامية الخلفية أو الفص العـــصبي ويفـــرز الهرمون الحاث للميلانين (Melanocyte stimulating hormone-MSH).

٢- الفص الدرني pars tuberalis

هو طبقة رقيقة من النسيج الغدد و تتكون من شبكة من الخلايا بها أوعية دموية و تتكون من خلايا غير محببة.

الغدة النخامية الخلفية posterior pituitary gland

وتتكون من القمع infundibuium ويتصل من أعلى بالوطاء hypothalamus وفص واحد هو الفص العصبي pars nervosa.

الفص العصبي pars nervosa

وتتكون من ألياف عصبية وخلايا غير منتظمة الشكل و لها زوائد سيتوبلازمية وتحتوي علي حبيبات بنية اللون وتفرز هرموني فازوبريسين vasopressin أو ADH هرمون المضاد لإدرار البول الذي يحفظ توازن السوائل في الجسم وخاصة الماء. وأيضا هرمون أكسي توسين Oxytocin hormone وهذا الهرمون يؤثر على إفراز اللبن أثناء الرضاعة في الإنسان و الحيوان و أيضا يؤثر علي الرحم أثناء الولادة.

وظائف الغدة النخامية الأمامية

تفرز هذه الغدة الهرمونات الآتية :

١- هرمون النمو growth H.

٢- الهرمون الحاث للغدة الدرقية TSH.

٣- الهرمون الحاث للغدة الكظرية ACTH.

٤- الهرمون الحاث للمناسل Ganodotropins.

٥- هرمون اللبن prolactin H.

١- هرمون النمو

ويتكون هرمون النمو من عدد من الأحماض الأمينية ، ويبلغ وزن الجزيء 21500 في الإنسان. ويبلغ متوسط جملة الإفراز اليومي في الإنسان البالغ 1 - 4 مليجرام.

ويؤدي هذا الهرمون إلى زيادة نمو كل أنسجة الجسم أثناء عملية النمو عن طريق:

أ) زيادة معدل تكوين البروتين في كل الخلايا الجسم وزيادة حامض DNA ويقلل هدم البروتين في الجسم. يؤدي إلى زيادة نمو العظام وزيادة طولها

ب) يؤدي إلى زيادة نسبة السكر في الدم Hyperglycemia .

ج) زيادة نمو العضلات و الكبد و القلب و الكلى .

د) زيادة معدل تحلل الدهون. Lipolysis من الدهون المختزنة و يؤدي ذلك إلى ارتفاع معدل الأحماض الدهنية في الدم وزيادة إنتاج الطاقة في الجسم.

ويؤثر هذا الهرمون من خلال تأثيره غير المباشر على خلايا الكبد لتفرز مواد منشطة للنمو يطلق عليها السوماتومدين أو عامل النمو مشابهة الأنسولين IGF1,IGF2 وهي تعمل على زيادة النمو و تشابه هرمون الأنسولين في الوظيفة.

زيادة نشاط هرمون النمو

أ) **أثناء فترة النمو**: إلى حدوث عملقة الجسم جميعا Giagantism حيث يحدث زيادة في وزن العظام و العضلات و الأحشاء إلى أن يأتي وقت يصاب فيه العملاق بضعف بالغ حيث تقل معدلات نمو العضلات بالنسبة للجسم .

ب) **بعد فترة النمو (بعد البلوغ)**: إذا ما حدث نشاط في هذا الهرمون بعد البلوغ فإن هرمون النمو لا يحدث أثره في النمو و التضخم إلا في عظام الجسم الغضروفية دون غيرها و تعرف هذه الحالة باسم عملقة العظام الغضروفية Acromegaly، عظام الجمجمة الفك السفلي دون الأسنان التي تبدو متباعدة نتيجة لتضخم عظام الفك فقط وكذلك تضخم عظام الأصابع و الأقدام فتبدو متباعدة

ويصاحب هذه الحالة أعراض شبيهه بما يحدث في مرض البول السكري فيحدث ارتفاع في محتوى السكر في الدم و انخفاض قابلية الجسم للاستجابة لهرمون الأنسولين .

نقص إفراز هرمون النمو: يؤدي نقصان إفراز هرمون النمو أثناء فترة النمو إلى أن يصبح الجسم قزما وتعرف هذه الحالة بالقزمية Dwarfism ويكون هذا الجسم قصير في الطول و متناسق الأعضاء سوي الشكل و القدرات العقلية سليمة . وهناك أيضا نوع من الأقزمة ناتج عن نقص هرمون الغدة الدرقية في أثناء مراحل النمو يسمى بالقمـاءة Cretinism ويتميز هذا القزم أنه غير متناسق الشكل و الأطراف وتكون قدراته العقلية دون مثيلتها في نفس العمر.

٢- الهرمون الحاث أو حافز الغدة الدرقية

تفرز الغدة الدرقية هرمونات أشهرها هرمون الثيروكسين (T4) و (T3) ويحكم نشاطها هذا هرمون خاص من الغدة النخامية يعرف بالاسم المشار إليه . إذا انخفض معدل إفراز الثيروكسين من الدرقية فإن النخامية تستشعر هذه فتفرز هرمونا يحفز الدرقية التي بدورها تستجيب للحافز فينساب منها هرمون الثيروكسين إلى أن يرتفع محتواه في الدم عن المستوى المطلوب فتستشعر النخامية هذا لم يعد هناك داع لحفز الدرقية فينخفض معدل إفراز الحافز Thyrotropic H فتتكاسل الدرقية مرة أخرى إذا انخفض الحافز فينخفض نتيجة لذلك مستوى الثيروكسين في الدم و تحسه النخامية فترسل حافزها مرة أخرى و تستجيب الدرقية له و هكذا و ممكن أن نقول إن النخامية تحكم الدرقية حكما مباشرا وأن الدرقية أيضا دون أن تقصد تؤثر على النخامية تأثيرا سبق توضيحه.

٣- الهرمون الحاث أو حافز لقشرة الكظر (A C T H)
Adrenocorticotropic H

وهو يحكم نشاط قشرة الكظر دون النخاع بنفس النظام السابق. فيعمل على تنشيط إفراز هرمون الكورتيزول Cortisol hormone من قشرة الكظر.

٤- حافز التناسل Gonadotrophic H.

وهما هرموني LH, FSH، وهذه الهرمونات تحكم نشاط المبيض فيما يتعلق بـــدفع الحويصلات غير الناضجة نحو تمام النمو ما يعرف باسم حويـــصلة جـــراف Graffian Follicles وكذا تنبيه نسيج المبيض و حفزه نحو إفراز هرمون الاستروجن Oestrogens.

وكذلك تنشيط عملية التبويض من المبيض وإخراج البويضة إلى قناة فالوب حيث يحدث لها عملية الإخصاب بواسطة الحيوان المنوي.

هذا كما تحكم هذه الحوافز نشاط الخصية فيما يتعلق بإفراز هرمـــون الـــذكورة التيستستيرون Testosterone.

وقد استفاد العلماء من ظاهرة تأثير الغدة النخامية على نشاط المبيض فيما يتعلق بموانع الحمل الكيماوية .تدفع هرمونات النخامية الحافزة المبيض نحو النشاط و يتكـــون نتيجة لذلك حويصلة قائمة التكوين تحوي في داخلها بويضة كاملة بهـــا نـــصف الكـــروموسومات المماثلة للنوع . تتفجر تلك الحويصلة و يخرج ما بها من بويضة . إذا حدث حمل فإن المتبقي من الحويصلة بعد خروج البويضة منها يكون ما يعرف باسم الجـــسم الأصفرCorpus luteum. ويفرز هرمون البروجستيرون الذي يسري في الدم الأمر الـــذي يرفع مستوى هرمونات الأنوثة في دم الأنثى الحامل ، يستمر تواجد الجسم الأصفر طيلة الحمل و يستمر إفراز هرمون البروجستيرون وهذا من شانه أن يؤثر في النخامية ويدفعها إلى الإقلال من إفراز حافزا المناسل الأمر الذي يوقف عملية التبويض .

وموانع الحمل الكيماوية عبارة عن أقراص تحتوي على هرمونات أنثويـــة مخلقـــة صناعيا. ويحدث عند تناولها أن ترتفع مستويات هرمونات الأنوثة في الدم الأمر الـــذي يدفع النخامية نحو إيقاف حافزات المناسل فتتوقف عملية التبويض . ويستمر تناول هذه الأقراص مدة قوامها 21 و عند التوقف تبدأ عملية الإدماء Menses و هذه مـــا تعـــرف بالدورة الشهرية .

٥- هرمون اللبن prolactin

وينشط هذا الهرمون خلايا إفراز اللبن في الثدي أثناء تكوين اللبن . وتنظيم عملية الرضاعة من الثدي وتحفيز تكوين واستمرار تكوين اللبن في الثدي وكذلك هو مسؤول عن عاطفة الأمومة وزيادها عن الولادة.

وظائف الفص الخلفي للغدة النخامية (الفص العصبي)

ويفرز هرمون يسمى فازوبروسسين vasopressin وهو هرمـــون مــضاد لإدرار البول أنه ينظم عملية الإدرار و يحفظ للجسم اتزانه المائي كما أن ذلك الفص يفرز أيضا هرموناً آخر يعرف باسم أوكستوسين oxytocin و هذا الهرمون يؤثر على حويـــصلات اللبن ذلك أن عملية الرضاعة و مداعبة الطفل لحلمة الثدي تحدث تـــأثيراً في الحلمـــات يستجيب لها الجهاز العصبي المركزي الذي يدفع بدورة الغدة النخامية نحو إفراز ذلـــك الهرمون الذي يسري في الدم فيؤثر في عضلات حويصلات اللبن الملـــساء (اللاإراديـــة) ويعمل على انقباضها فيندفع اللبن منها إلى فم الرضيع.

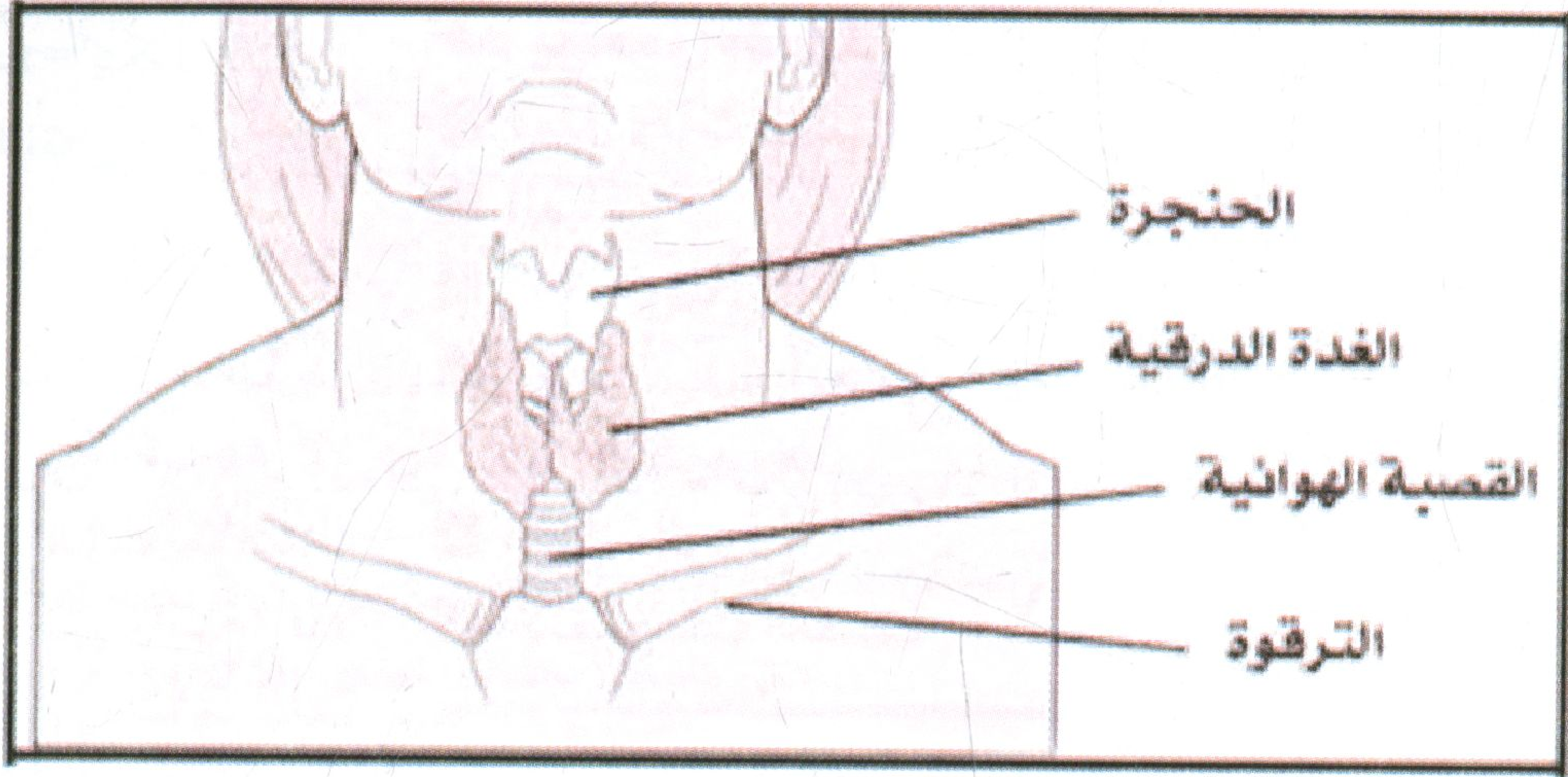
الفص الأوسط

ويفرز هرمون خاص بالتلوين ويعرف باسم Melanocyte Hormone وهو المسؤول عن لون الجلد في الإنسان.

الغدة الدرقية Thyroid Gland

تتكون الغدة الدرقية من فصين وتقع أسفل الحنجرة على جانبي الحلقة الرابعة من القصبة الهوائية ويتصل الفصان بواسطة غشاء رقيق يسمى البرزخ Isthmus وتتكون من المحفظة الليفية وتحيط بالغدة من الخارج و تكون من نسيج ليفي ضام وتحتوي الغدة على

الحويصلات الدرقية Thyroid Vesicles وهي حويصلات كبيرة أو صغيرة الحجم، بيضاوية الشكل أو مستطيلة و تحتوي بداخلها سائلاً رغوياً يسمى thyroglobulin (الشكل رقم ٥٠).



الشكل رقم (٥٠). يوضح الغدة الدرقية.

ويتكون جدار الحويصلات من خلايا طلائية مكعبة بسيطة Simple Cuboidal وتحتوي على أنويه كبيرة و تصب إفرازها في تجويف الحويصلة، النسيج بين حويصلي يتكون من نسيج ضام به شبكة من الألياف تحتوي على أوعية وشعيرات دموية كبيرة تفرز الغدة الدرقية هرموني الثيروكسين الثلاثي (١) triiodothyronine والثيروكسين الرباعي (٢) thyroxine.

خطوات تخليق هرمون الثيروكسين وثلاثي ايوديد الثيرونين

١- ينتقل عنصر اليود من الدم إلى السائل الغروي حيث ترتفع نسبة اليود به.

٢- بعد ذلك يتأكسد اليود، وفي وجود التيروزين tyrosine يتكـون أحـادي ايوديـد الثيروزين Monoiodotyrosine وثنائي أيوديد الثيروزين Diiodotyrosine.

٣- يتكون الثيروكسين من اتحاد جزئين من ثنائي أيوديد الثيروزين ويـصحب ذلـك خروج الحمض الأمبي الألنين.

٤- يتكون ثلاثي أيوديد الثيرونين من اتحاد جزيء من أحادي أيوديد الـتيروزين مـع جزيء من ثنائي ايوديد التيروزين.

وجدير بالذكر أن كلاً من هرمون الثيروكـسين و ثلاثـي ايوديـد الـثيرونين يتماثلان في التأثير الفسيولوجي غير أن نسبة هرمون الثيروكسين أعلـى مـن نـسبة هرمون ثلاثي ايوديد الثيرونين. ولكن هرمون ثلاثي ايوديـد الـثيرونين أنـشط مـن الثروكسين بحوالي ٣-٥ مرات.

أعراض نقص هرمون الثيروكسين

ينشأ مرض يعرف باسم Myxodema نتيجة لنقص إفراز الثيروكسين و أعـراض هذا المرض تتمثل في الآتي :

١- نقص معدلات الاستقلاب مما يؤدي إلى نقص استهلاك الأكسجين و نقص الحرارة الناتجة مما يسبب زيادة قابلية المريض للتأثير بالبرد .

٢- ارتفاع نسبة تراكم الدهن وزيادة في نـسبة الـدهون المـسفرة و الكولـسترول Hypercholestrolaemia في الدم .

٣- الميل إلى النوم مع انخفاض معنويات المريض على الرغم من أن درجة الذكاء العام لا تتأثر .

٤- تراكم المخاط Mucous تحت الجلد .

٥- نقص في نسبة امتصاص Carotens و تحويله إلى فيتامين (أ) مما يؤدي إلى نقص نسبة تكوين فيتامين a و يصحب ذلك حدوث جفاف الجلد و تشققه و مرض العشب الليلي (عدم الرؤية في الظلام) Night blindness و عندما يحدث نقص في إفراز هرمون الثيروكسين أثناء مرحلة الطفولة ينشأ مرض يعرف باسم Cretinism(قماءة) . وفي هذه الحالة ينخفض معدل الاستقلاب و يصبح الطفل قزماً و لكن مع عدم التناسق في الأعضاء ولا انتظام في الشكل و هذا القزم يكون متخلف عقليا له شفاه غليظة و له لسان متضخم بارز خارج الفم و قد يصاحب هذا انسياب لعابه من الفم كما أن له عضلات ضعيفة .

أعراض زيادة هرمون الثيروكسين Hyperthyroidism

يصحب هذه الحالة تضخم في الغدة الدرقية مسببا مرضا يعرف باسم Graves Disease Or Exophtalmic Goiter

ويحدث نتيجة وجود خلل في جهاز المناعة وتكوين أجسام مناعية تعمل على زيادة نشاط الغدة وإحداث التضخم في الغدة. وأعراض هذا المرض:

١- زيادة في معدلات الاستقلاب وفي استهلاك الأكسجين مما يؤدي إلى زيادة في كمية الحرارة الناتجة . و هذا المريض أقل احتمالا للجو الحار . وفي هذه الحالة (زيادة معدل الاستقلاب – التنفس – دوران الدم) يزيد الإجهاد على قلب المريض مسببا ضعف القلب .

٢- يشكو المريض في هذه الحالة من جحوظ العين Exophthalmus

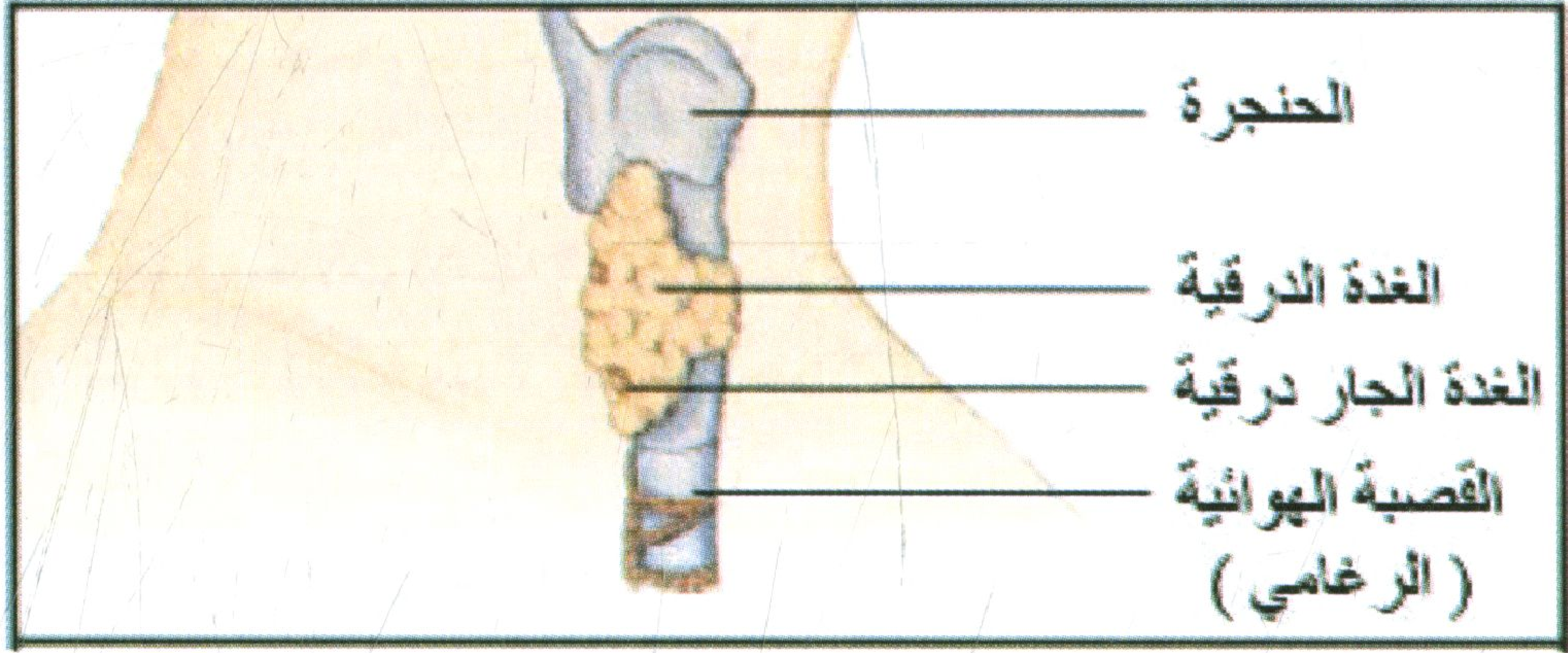
٣- كما يشكو من زيادة في استهلاك الدهن مع انخفاض نسبة الكولسترول في الدم.

٤- في هذه الحالة أيضا تزيد معدلات هدم البروتين Catabolism مما يسبب نقص الوزن و ضعف العضلات ، و لذلك يعتبر هرمون الثيروكسين هرمون هدام . يوجد بين ٤٧ الحويصلات المكونة للغدة الدرقية خلايا تعرف باسم Parafollicular Cells

(الخلايا جار الحويصلات) وهذه الخلايا تفرز هرموناً يعرف باسم Calcitonin وهو هرمون بروتيني وزنه الجزيء حوالي 3600 وهو هرمون لـــه علاقـــة باســـتقلاب الكالسيوم. ويعمل هرمون كلستيونين Calcitonin إلى خفض معدل الكالسيوم في الدم.

الغدد الجار درقية

وهي تفرز هرمون الباراثرمون Parathormone أو Parathyroid Hormone ولا يفرز هذا الهرمون تحت تأثير الجهاز العصبي أو عن طريق سيطرة الغدة النخامية ولكن تحكمه مستوى الكالسيوم (ca) أو الفوسفات phosphrous في الدم . حيث يزيد إفرازه عنـــدما ينقص مستوى الكالسيوم أو يزيد مستوى الفوسفات في الدم و يقل إفرازه عندما ينقص يحدث العكس (الشكل رقم ٥١).



الشكل رقم (٥١). يوضح الغدة الجار درقية.

نقص إفراز هرمون الغدد الجار درقية

يحدث نتيجة ضمور في الغدة أو استئصالها في هذه الحالة يـــنخفض مـــستوى شواردات الكالسيوم في الدم من 10 ملي جرام / سم3دم (نسبة شواردات الكالـــسيوم

في الشخص العادي) (إلى 7 ملي جرام / 100 ملي دم) . مما يسبب حالة مرضية تعرف باسم Tatany كما ينخفض في هذه الحالة أيضا معدل إخراج الفوسفات في البول مسببا ارتفاع مستوى الفوسفات في الدم.

زيادة هرمون الغدد الجار درقية

إذا حدث ورم في الغدد الجار درقية يزداد إفراز هرمون الباراثرمون مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى شواردات الكالسيوم في الدم (20 ملي جرام / 100 سم3 دم وذلك نتيجة لنقص تكلس العظام مما يسبب حدوث تشوهات بالعظام و كذلك يحدث انخفاض في مستوى شواردات الفوسفات غير العضوية . وتكون حصوات من كربونات الكالسيوم في الكلى والحالبين والمثانة ويمكن أن تؤدي إلي حدوث الفشل الكلوي.

غدة البنكرياس

البنكرياس الغدة قنوية تفرز عصارات هاضمة إلي جانب أنه غدة لا قنوية تفرز هرمونات يحملها الدم إلى كل أنحاء الجسم .و الجزء المسؤول عن إفراز الهرمونات في البنكرياس هو جزر لانجرهانز وهذا الجزء يحتوي على 3 أنواع من الخلايا هي: خلايا الفا (α) وخلايا بيتا (β) وخلايا دلتا (D).

وجدير بالذكر أن غدة البنكرياس تفرز هرمونين لهما أهمية كبرى في استقلاب المواد السكرية و البروتينية و الدهنية هما هرمون الأنسولين Insulin (من خلايا بيتا B) وهرمون الجلوكاجون Glucagon (من خلايا ألفا A) أما خلايا D فتفرز هرمون السوماتوستتين و يفرز أيضا من تحت المهاد في المخ وينظم إفراز هرموني الأنسولين والجلوكاجون.

أولا: هرمون الأنسولين insulin

هرمون الأنسولين وزنه الجزيئي حوالي 5000 و يتكون من سلسلتين من عدد البيتيد polypeptide chain سلسلة (A) و سلسلة (B) يرتبطان بقنطرتين كبريتين عن طريق جزيء الحامض الأميني سيستين و الذي يحتوي على الكبريت هذا بالإضافة إلي قنطرة كبريتية ثالثة توجد في السلسلة (A) كما هو مبين بالشكل . و تتكون السلسلة (A) من 21 حمض أميني و السلسلة (B) من 30 حمض أميني .

و جدير بالذكر أن معظم الأنسولين يتحول إلى الصورة الفعالة active insulin قبل إفرازه و لكن حوالي 5 % من نسبة الأنسولين تفرز في صورة غير فعالة (نشطة) وتعرف باسم proinsulin و هذا الأنسولين غير النشط لا يتحول إلى الصورة النشطة خارج خلايا البنكرياس (خلايا B) و الأنسولين غير النشط proinsulin له نفس تركيبة الأنسولين بالإضافة إلي سلسلة ثالثة تتكون من 30 حمضاً أمينياً .

زيادة إفراز هرمون الأنسولين

عندما يزيد إفراز هرمون الأنسولين عن المعدل الطبيعي تنخفض نسبة جلوكوز الدم Hypoglycaemia و في الشخص السوي تتراوح نسبة السكر في الدم من (80 – 100 ملي جرام / 100 سم3 دم) .

نقص إفراز هرمون الأنسولين

وفي هذه الحالة يحدث العكس حيث ترتفع نسبة جلوكوز الدم عن المعدل الطبيعي وتعرف هذه الحالة باسم Hyperglycaemia.

التأثير الفسيولوجي لهرمون الأنسولين

١– هرمون الأنسولين له أهمية كبرى في عملية فسفرة الجلوكوز (حيث يحفز أنزيم hexokinase وهو الأنزيم المسؤول عن تحويل الجلوكوز Glucose إلى سداسي فوسفات الجلوكوز glucose-6 phosphate أي تحويل الجلوكوز من الصورة غير

النشطة إلى الصورة النشطة active form و جدير بالذكر أن هذا التحويل له أهمية في استقلاب الجلوكوز. وتعتبر هذه الفقرة خطوة أساسية بالنسبة لعملية أكسدة الجلوكوز حيث إنه في حالة الفسفرة لا يتمكن الجلوكوز من الانتقال من الدم إلى الخلايا الجسدية في العضلات والكبد والدهن حيث تتم عملية الأكسدة و هذا يؤدي إلى ارتفاع نسبة الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي حوالي (180 ملي جرام / 100–سم3 دم) مسببا حدوث حالة مرضية تعرف باسم سكر الدم.

٢- بالإضافة إلى ذلك فإن الأنسولين له أهمية في عملية تخليق جليكوجين الكبد من الجلوكوز.

٣- بالإضافة إلى استقلاب المواد السكرية الجلوكوز يسهل عملية تحويل السكر Glucose إلى دهن lipid و تعرف هذه العملية باسم lipogenesis.

٤- و جدير بالذكر أيضا أن الأنسولين له أهمية في عملية تخليق المواد البروتينية . من الأحماض الأمينية، ولهذا يعتبر الأنسولين من الهرمونات البناءة anabolic hormone شأنه في ذلك شأن هرمون النمو growth hormone.

ثانيا: هرمون الجلوكا جون glucagon

يتكون من سلسلة من عديدة الببتيد ووزنه الجزيئي حوالي 3500 وتفرز غدة البنكرياس (خلايا الفا) هرمون الجلوكاجين.

وجدير بالذكر أن التأثير الفسيولوجي لهرمون الجلوكاجون بالنسبة للاستقلاب المواد السكرية والدهنية و البروتينية يعاكس هرمون الأنسولين، أي أنه في حالة ارتفاع السكر في الدم تؤدي إلى نقص إفراز هرمون الجلوكاجون. وفي نفس الوقت تسبب زيادة إفراز الأنسولين. إلى جانب ذلك فإن هرمون الجلوكاجون يعمل على إتمام عملية glycogenolysis (أي تحويل الجليكوجين glycogen إلى الجلوكوز) في الكبد مما يسبب

ارتفاع نسبة السكر في الدم و ذلك يعكس الأنسولين الذي يحفز عملية glycogenesis (أي تحويل السكر إلى جليكوجين).

وبالمثل في حالة استقلاب المواد الدهنية فإن الجلوكوز يحفز عملية lipolysis (تفك المواد الدهنية) بعكس الأنسولين الذي من شأنة تحفيز عملية lipogenesis (تصنيع الدهن).

الغدة فوق الكلية (الكظرية) suprarenal gland

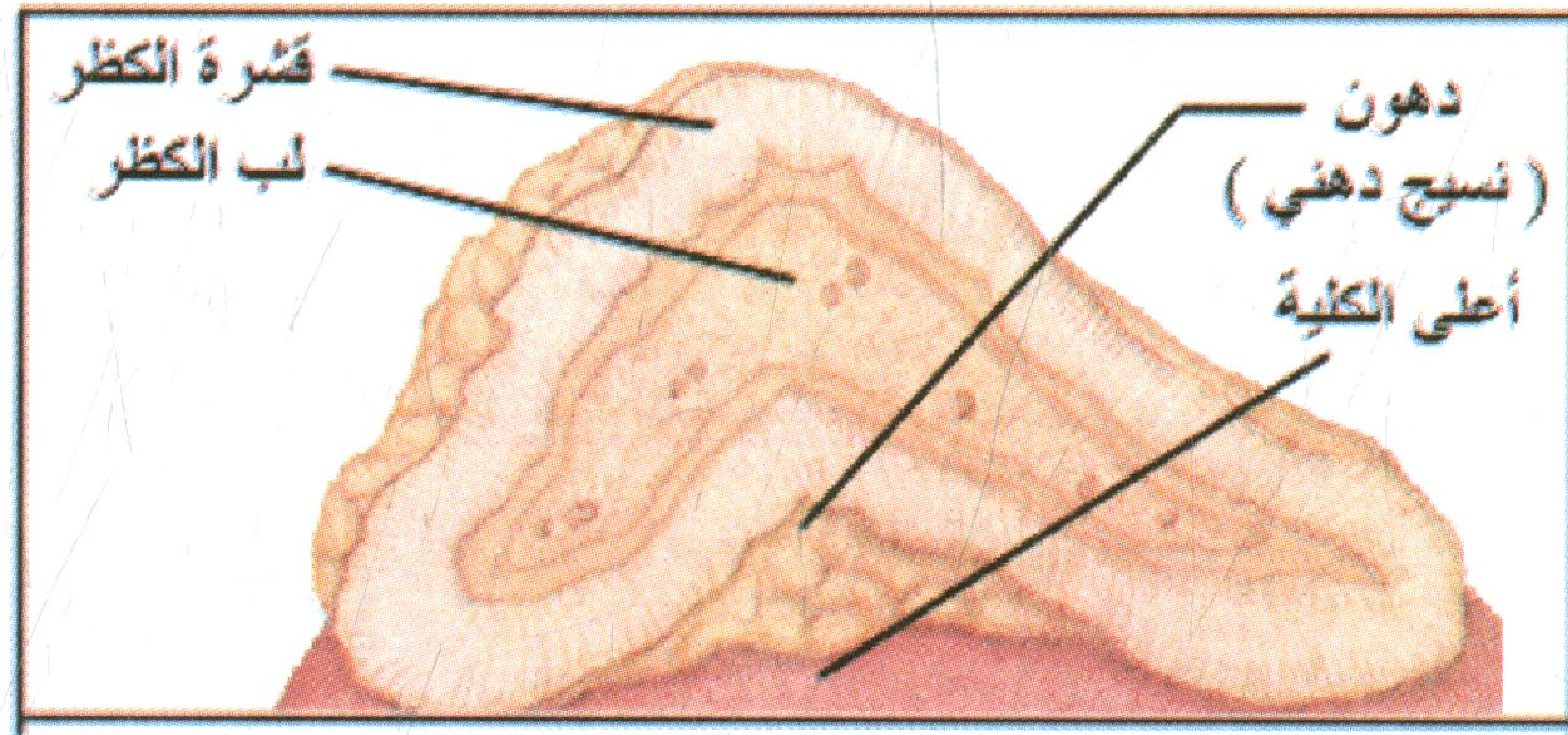
تتميز غدة الكظر إلى قسمين منفصلين:

١- قشرة الكظر the cortex.

٢- نخاع الكظر أو لب الكظر the medulla.

قشرة الكظر cortex

تفرز القشرة عدد من الهرمونات المختلفة تحت تأثير هرمون ACTH للغدة النخامية وهي هرمونات استروتيدية التركيب (الشكل رقم ٥٢).



الشكل رقم (٥٢). يوضح الغدة الكظرية.

والقشرة تنقسم إلى ثلاث مناطق تمثل الطبقة الخارجية للغدة وهي ضرورية لحياه الإنسان حيث إن استئصالها يؤدي إلى حدوث الوفاة:

١- المنطقة المحببة zona glomerulosa

٢- المنطقة الحزمية zona fasiculata

٣- المنطقة الشبكية zona reticularis

هرمونات المنطقة المحببة

ويطلق عليها اسم mineralocorticoids أمثلتها هرمون الالدوستيرون aldosterone وسبب هذه التسمية أن هرمون الدوستيرون يختص بعملية استقلاب المعادن (الـــصوديوم ولبوتاسبوم) وإفراز هرمون الالدوستيرون لا يحكمه الفص الأمامي للنخامية.

وجدير بالذكر أن هرمون الالدوسترون له أهمية كبرى في تنظيم الميـــزان المـــائي للجسم. حيث إنه يعمل على زيادة أو امتصاص شواردات الصوديوم (Na+) و المـــاء من الأنابيب البولية مؤديا إلى ارتفاع مستوى الصوديوم (Na+) في الدم وزيادة في حجم سوائل الجسم body fluids كما يعمل على زيادة إخراج شواردات البوتاسيوم k+ مـــن الدم إلى الأنابيب البولية . و بالمثل يعمل علي زيادة إخراج شواردات الهيـــدروجين H+ بالتبادل مع Na+.

ويؤدي نقص هذا الهرمون إلى زيادة إخراج أملاح الصوديوم بواسطة الكليتين مما ينتج عنه نقص في تركيز هذه الأملاح في الدم وزيادة إخراج كميات كبيرة من الماء في البول.

ويؤدي زيادة هذا الهرمون إلى احتفاظ الجسم بأملاح الصوديوم مما ينـــتج عنـــه زيادة حجم السوائل وزيادة حجم الدم الكلي ويؤدي إلى ارتفاع في ضغط الدم.

هرمونات المنطقة الحزمية

وتعرف باسم glucocorticoids ذلك لأن هرمونات المنطقة تختص باستقلاب المواد السكرية. وتشمل هرمون الكورتيزون cortisone وهرمون الكورتيزول cortisol وهرمون الكورتيكوستيرون.

هرمون الكورتيزون

تبلغ نسبة الكورتيزون إلى الكورتيزول 1: 8 في الإنسان.

وظائف هرمون الكورتيزول

ويعتبر الهرمون الرئيس ضمن مجموعة glucocorticoids حيث إن له عدداً من الوظائف الفسيولوجية في الجسم كما يتضح من الآتي:

١- هرمون الكورتيزول له أهمية في عملية استقلاب المواد السكرية carbohydrate metabolism حيث إنه نقص cortisol يؤدي إلى hypoglycaemia (نقص نسبة السكر في الدم عن الحد الطبيعي) و كذلك يزيد قابلية الجسم إلى التأثير بهرمون الأنسولين . و في نفس الوقت يزيد عملية glyconeogenesis أي زيادة عملية تخليق النشا الحيواني في الكبد من الأحماض الأمينية (مواد غير سكرية الأصل) الناتجة من هدم المواد البروتينية حيث إن هرمون Cortisol هرمون هدام catabolic hormone

٢- بالإضافة إلي ذلك فإن هرمون الكورتيزول له تأثير على استقلاب المواد البروتينية. وجدير بالذكر أن التأثير الهدام لهرمون الكورتيزول على المواد بروتينية catabolic effect يكون في حالة اتزان مع عمليات البناء التي تجري في الجسم و ذلك في الشخص السوي . ولكن عند زيادة إفراز هرمون الكورتيزل وينشأ كما يعرف باسم ve nitrogen balance - حيث تكون كمية النيتروجين التي تطرد خارج الجسم على هيئة مركبات نيتروجينية (البولة وحامض البول - الكرياتين ......)

تخرج من البول أعلى من كمية التي يحصل عليها الجسم من طاقة ممثلة فيما يتناوله من بروتينات. و تأتي الزيادة في النيتروجين الخارج من الجسم من هدم البروتينات الداخلية المكونة للأنسجة .كما يشكو المريض من ضـــعف عـــضلات الجـــسم وكذلك ضعف في القوى العامة.

هرمونات المنطقة الشبكية

وهي هرمونات مذكرة استرويدية التركيب أو الهرمونات الجنسية و تفرز في كل من الذكور والإناث و لكن نسبة إفرازها في الذكور أعلى بكثير من الإنـــاث و علـــى ذلك فإنه لا يوجد ذكر مطلقا أو أنثى مطلقة. وجدير بالذكر أنه أثناء تخليق هرمونـــات الذكورة في قشرة الكظر يتكون البروجستيرون كأحد النواتج الوسيطة . و عندما يحدث اضطراب في عملية تخليق هذه الهرمونات في الذكور يؤدي ذلك إلى تـــراكم هرمـــون البروجستيرون دون تحويله إلى هرمونات ذكورة مسببا ظهور صفات مؤنثة مثل ضمور الخصية ونمو الصدر. وعند حدوث اضطراب في حالة الإناث يؤدي ذلك إلى حـــدوث virilism (ظهور أعراض ذكورة ثانوية في الإناث مثل ظهور الشعر على الوجه والصدر كما يصبح الصوت أجش و عميقاً.

نخاع الكظر أو لب الغدة الكظرية

تفرز منطقة النخاع هرمونات بروتينية التركيب تعرف باسم أدرينالين adrenaline ونور ادرينالين noradrenaline و تشتق هرمونات النخاع من الحمض الأمبي تيروزيـــن tyrosine كالآتي:

وتفرز هرمونات النخاع تحت تأثير الجهاز العصبي المركزي مباشرة C.N.S عن طريق hypothalamus و كل من هرمون الأدرينالين و النورادرينالين له نفس التأثير الفسيولوجي و لكن تختلف في التركيب الكيميائي حيث يزيد الأدرينالين مجموعة ميثيل عن النورادرينالين.وفي الإنسان تفرز الأدرينالين بنسبة ٨٠ %و نورادينالين ٢٠ %.

وتفرز هرمونات لب الكظر بنسب ضئيلة في الحالات العادية ولكن ترتفع نسبة الإفراز في الحالات الطارئة التي تواجه الشخص.

ومثال ذلك نقص سكر الدم بحيث يفرز ذلك hypothalamus الذي يؤثر على نخاع الكظر مسببا إفراز هرمون الأدرينالين الذي يحفز بدورة عملية glycogenolysis مؤديا إلى زيادة نسبة السكر في الدم.

وفي حالة البرد يساعد هرمون الأدرينالين في تحويل الجليكوجين المختزن في الكبد إلى سكر.

اختلال وظائف الغدة الكظرية

يتم في الحالات الفسيولوجية تنظيم إفراز هرمونات قشرة الكظر من محور الوطاء —الغدة النخامية الأمامية —قشرة الكظر. إن الوطاء تفرز هرمون محرر الكظر C-RHوالذي ينشط بدوره إفراز الغدة النخامية الأمامية فتفرز هرمون منشط الكظر ACTH والذي يحفز إفراز هرمون الكورتيزول من الغدة الكظرية.

إن حدوث خلل في الغدة الكظرية أو في الغدة النخامية أو في الوطاء يؤدي إلى نقص إفراز هرمونات قشرة الكظر أو إلى زيادة إفرازها.

نقص إفراز قشرة الكظر

يطلق علية **مرض أديسون** يحدث نقص إفراز هرمون الألدوستيرون والكورتيزول نتيجة ضمور في قشرة الكظر.

الأعراض

١-فقدان الشهية.

٢- ضعف في العضلات الهيكلية.

٣-نقص ضغط الدم الشرياني.

٤- نقص معدل الجلوكوز في الدم.

٥-إسهال وقيء.

٦- تلون الجلد ببقع سوداء.

٧- حدوث حماض الدم Acidosis.

٨- حدوث أزمة أديسون.

زيادة إفراز قشرة الكظر

يحدث نتيجة وجود ورم في الغدة النخامية (سبب ثانوي) أو في قشرة الكظر (سبب أولي). ويطلق على هذه الحالة المرضية **مرض كوشينج**.

الأعراض

١- الوجه مثل القمر.

٢- زيادة ضغط الدم الشرياني.

٣- زيادة معل السكر بالدم وحدوث أعراض مرض السكري الأستيرويد.

٤- ترسيب الدهون في الظهر والرقبة والبطن.

٥- حدوث قلاء استقلابي Alkalosis.

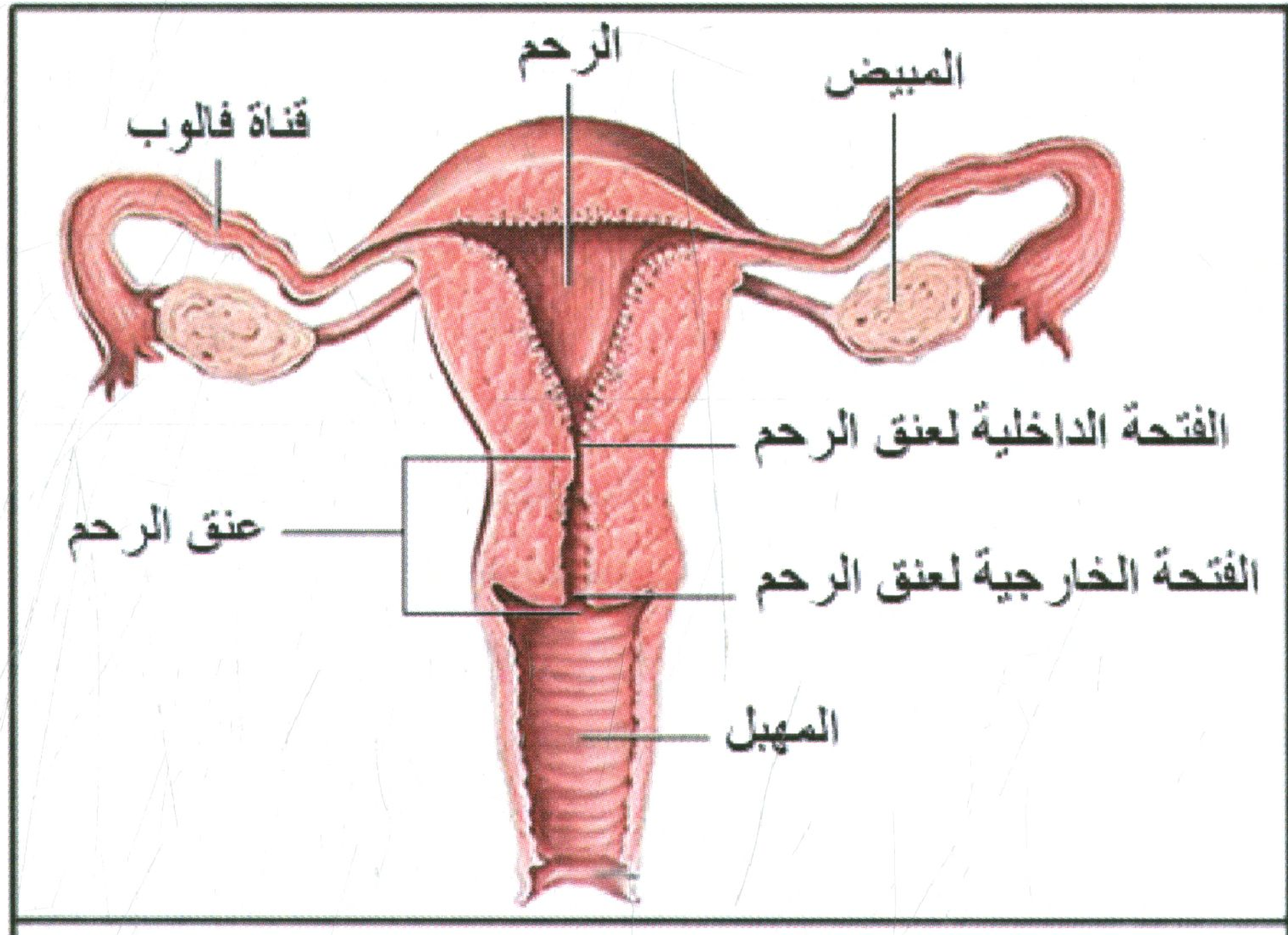
المناسل

تخص المناسل (الخصي والمبيض) إلى جانب تكوين الأمشاج بعملية إفراز هرمونات الجنس. (هرمونات الذكورة أو الأنوثة)

وتعرف هرمونات الذكر (هرمونات الخصية) باسم androgens أما هرمونات الأنوثة فتعرف باسم oestrogens (هرمونات المبيض) إلى جانب هرمونات الجسم الأصفر.

المبايض ovaries

يوجد في الإناث مبيضان علي جانبي الرحم. وكل مبيض يبلغ حوالي 3 سم في الطول و 1.5سم في العرض و1سم في السمك . ويغطي سطح المبيض بخلايا مكعبة في الأنثى الطفل (غير الناضجة) حيث تأخذ هذه الخلايا الشكل المفلطح فيما بعد.



الشكل رقم (٥٣). يوضح الجهاز التناسلي الأنثوي.

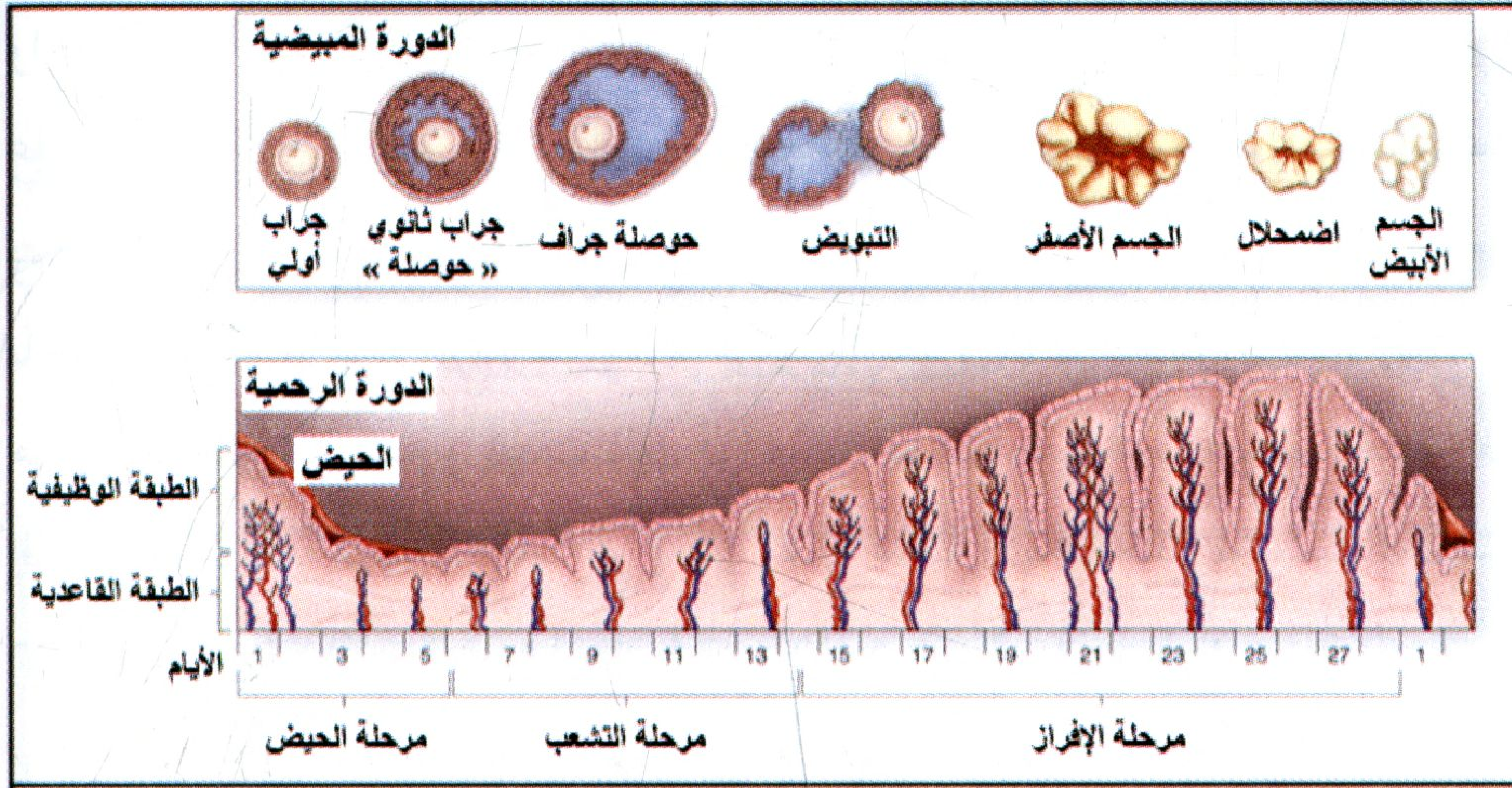
وفي أنثى الطفل يحتوي المبيض حوالي 350000 بويضة غير ناضجة حيث تموت معظم هذه الخلايا و تتلاشى بعد المئات القليلة من هذه البويضات أو الحويصلات.

مع بدء مرحلة البلوغ تأخذ هذه الحويصلات في النمو التدريجي تحت تأثير هرمونات الغدة النخامية المنبه للمناسل (gonadotrophins)FSH - LH و تبلغ حويصلة واحدة حدها الأقصى من النمو شهريا مكونة ما يعرف جراب جراف . والتي تحتوي على مشيج أنوثة به نصف عدد الكروموسومات Chromosomes بعد عملية التبويض يتحول المتبقي من جراب جراف إلى ما يعرف باسم الجسم الأصفر Corpus luteum يأخذ في إفراز هرمون البروجستيرون (هرمون الحمل) الأمر الذي يزيد محتوى هرمونات الأنوثة في الدم و يحدث ذلك أثرا سالبا منعكسا على الغدة النخامية فتتوقف إفرازت هرمونات منبهات المناسل و بالتالي تقف عملية الإباضة طالما تواجد الجسم الأصفر في المبيض إذا حدث حمل فإن الجسم الأصفر يستمر في التواجد. و إن لم يكن هكذا فإنه يتلاشى و بالتالي يقل إفراز البروجيستيرون ويصل محتوى الأنوثة في الدم الأمر الذي ينشط النخامية فتفرز هرمونات منبهات المناسل أو منشط القند فتدفع جريبات أخرى نحو النمو إلى أن تبلغ حدها الأقصى فينفصل ما بها من خلية جرثومية وجدير بالذكر فإن البويضة تنتج من المبيض الأيمن تقابلها أخرى من الأيسر في الشهر الأخر (الشكل رقم ٥٤).

وظائف هرمونات المبيض

يفرز المبيض نوعين من الهرمونات أحدهما الهرمونات ذات الأصل الدهني أو الأسترويدية Steroids hormones مثل (الأستروجين والبروجسترون) وأخرى ذات الأصل البروتيني مثل (البراداي كينين و الأنهيبين والريلاكسين).

الأستروجينات مثل (- بيتا ١٧ إستراديول وإسترون وإستريول) والبروجسترون وهي تتكون من ١٨ ذرة كربون وتفرز هذة الهرمونات من الغلاف الداخلي والخلايا الحبيبية للجريبات علي المبيض ومن الجسم الأصفر والمشيمة أثناء الحمل.



الشكل رقم (٥٤). يوضح الدورة الحيضية (المبيضية- الرحمية).

وظائف هرمونات الأستروجينات Estrogen functions: يعمل هرمون الأستروجين عدة تأثيرات علي الأعضاء التناسلية الأنثوية، إن الاستروجين يسهل نمو الجريبات على المبيض وتزيد من حركة الأنابيب الرحمية.

تأثير هرمون الأستروجين علي الرحم

١- إحداث تغيرات في البطانة الرحمية أثناء الدورة الشهرية. يزيد من معدل سريان الدم إلى الرحم.

٢- انقباض في العضلات الرحمية الملساء. وتزايد محتوى البروتين الانقباضي مما يؤدي إلى زيادة معدل انقباضها تحت تأثير هرمون الأستروجين.

٣- إن استئصال المبيض في الإناث قبل البلوغ يؤدي إلى ضمور عضلات الرحم وصغر في حجم الرحم بعد ذلك .

٤- يعمل الأستروجين على زيادة نشاط انقباض عضلات الرحم وزيادة تأثير هرمون الاوكسيتوسين نتيجة زيادة مستقبلات هذا الهرمون في الرحم .

٥- إن العلاج المزمن بالأستروجين يسبب ضخامة البطانة الرحمية وعند إيقاف العلاج بالأستروجين يحدث نزف السحب أو نزف اختراقي .

تأثير الأستروجين على الثديين

١- يعمل الأستروجين على نمو أنابيب الثدي وقنوات الحليب وهي مسؤولة عن تضخم الثديين عند الفتيات وقت البلوغ . ويسمى هذا الهرمون " هرمون نمو الثدي " .

٢- ينظم عمل هرمون اللبن الذي يفرز من الغدة النخامية الأمامية أثناء الرضاعة .

٣- استخدام كريمات تحتوي على الأستروجين موضعيا يؤدي إلى زيادة حجم الثدي نتيجة امتصاص الأستروجين جهازياً .

تأثير الأستروجين علي المهبل: يعمل الأستروجين على زيادة الطبقة المبطنة للمهبل وزيادة إفراز المخاط المائي.

تأثير الأستروجين على الصفات الجنسية الثانوية الأنثوية:

١- وهذه التغيرات التي تحدث أثناء البلوغ عند الإناث (بالإضافة إلى ضخامة حجم الثدي والرحم والمهبل) تمتلك النساء كتفين ضيقين وحوض واسع وتمتلك فخذين متقاربين وذراعين متباعدين.

٢- توزيع الدهون في الجسم .

٣- تحافظ النساء على صفات الصوت قبل البلوغ (الصوت الناعم وعالي الطبقة).

٤- نمو شعر العانة والذي يأخذ الشكل الأنثوي (ذو قمة مسطحة) . ولكن المسؤول الأول عن نمو هذا الشعر هو هرمونات الأندروجين والذي يفرز من قشرة الكظر ومن المبيض بكمية صغيرة .

٥- تأثيرات أخرى مثل احتباس الماء والأملاح وزيادة الوزن قبل الإحاضة .

٦- يجعل الأستروجين إفرازات الغدد الدهنية أكثر سيولة وبالتالي يضاد تأثير التستستيرون وتثبط تكوين حب الشباب .

٧- يخفض الأستروجين من معدل الكولسترول في الدم وبالتالي تقليل فرص الإصابة بامراض القلب والشرايين عند النساء قبل سن اليأس .

٨- إعطاء الأستروجينات بالفم بجرعات عالية يساعد على حدوث التخثر لأنها تصل إلى الكبد بتركيزات عالية في الدم وتؤثر على إنتاج عوامل التخثر .

التأثير على الغدد الصماء: يعمل الأستروجين على تثبيط هرمون FSH من الغدة النخامية، أيضا تثبيط LH (التلقيم الراجع السلبي) في بعض الظروف ولكن يعمل على تنشيط الإفراز في ظروف أخرى (التلقيم الراجع الإيجابي).

يعمل الأستروجين علي زيادة حجم الغدة النخامية في حالات تعاطي حبوب منع الحمل لدى السيدات.

تؤدي الأستروجينات إلى زيادة إفراز الأنجيوتانسين والجلوبيولين الرابط للدرق. وتحدث تأثيرا بانيا للبروتين.

هرمون البروجسترون (هرمون الحمل) Progesterone hormone

يفرز هرمون البروجسترون من الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة أثناء الحمل .ويفرز من جريبات المبيض بكميات صغيرة .ويتكون أثناء تكوين الستروتيدات من كل الأنسجة التي تفرز هرمونات ذات أصل دهني مثل الخصي وقشرة الكظرية .

وتتكون هرمون البروجسترون من ٢١ ذرة كربون. وينقل في الدم في صورة حرة بنسبة ٢% ومرتبط مع الألبيومين بنسبة ٨٠% و الجلوبين بنسبة ١٨%.

وظائف هرمون البروجسترون: يؤثرالبروجسترون على كل من الأعضاء المستهدفة (الرحم والثدي والغدة النخامية).

التأثير علي الرحم

١- يخفض معدل نشاط انقباض عضلات الرحم وبطانة الرحم لحدوث الحمل حيث يضاد تأثير هرمون الأستروجين.

٢- يؤدي البروجسترون في عضلات الرحم إلى نقص استثارتها وحساسيتها إلى الأكستوسين وزيادة كمون الأغشية العضلية مما يؤدي إلى ارتخاء عضلات الرحم .

٣- يخفض البروجسترون عدد مستقبلات هرمون الأستروجين في بطانة الرحم ويقلل من فاعلية الأستروجين .

التاثير على الثدي

١- يعمل البروجسترون على نمو حويصلات اللبن في الثدي وينشط تكوينها .

٢- يدعم وظيفة الثدي الإفرازية أثناء الرضاعة .

التأثير على الغدة النخامية

١- يثبط هرمون البروجسترون بالجرعات العالية إفراز هرمون LH .

٢- كما أن حقن البروجسترون قد يمنع الإباضة عند الإنسان .

٣- يؤثر أيضا على تحت المهاد فيؤدي إلى ارتفاع حرارة الجسم .

٤- يستخدم لمنع الحمل حيث يضاد تأثير إفراز هرمون LH .

٥- ويعمل أيضا على زيادة جريان الدم إلى الرحم .

٦- يؤدي إلى إفراز مخاط لزج وسميك من عنق الرحم وغلق عنق الرحم .

هرمونات يفرزها المبيض ذات الأصل البروتيني

١- هرمون الريلاكسين Relaxin hormone: ويفرز من المبيض قبل الولادة ويعمل على ارتخاء مفاصل عظام الحوض. يرخي ويوسع عنق الرحم فيسهل من عملية الولادة ، ويثبط الانقباضات الرحمية. ويفرز هذا الهرمون في الذكر في المني ويعتقد أنه يفرز من البروستات.

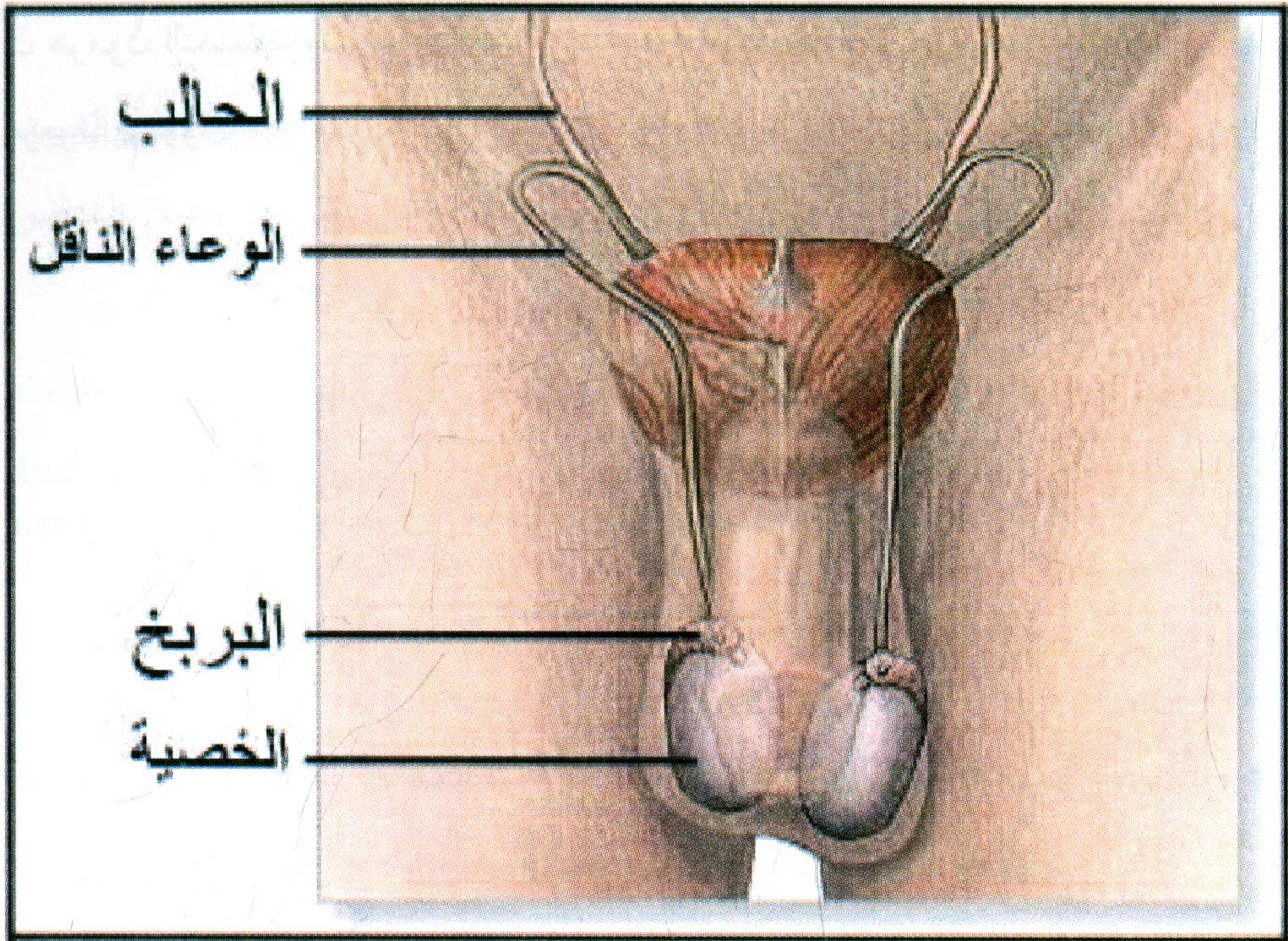
٢- هرمون الأنهيبين Inhibin hormone: ويفرز من الخلايا الحبيبية في الجريبات في المبيض ويثبط إفراز هرمون FSH من الغدة النخامية الأمامية.

٣- هرمون البرادكينين Bradykinin hormone: يفرز في السائل الجريبي أثناء عملية الإباضة وينشط حركة قناة فالوب ويساعد في نزول البويضة.

الخصى testes

توجد الخصى في الإنسان معلقتين في كيس يعرف باسم كيس الخصية scrotum وتتدلى الخصية اليسرى بعض الشيء حوالي 1سم عن الخصية اليمنى. و يبلغ طول الخصية حوالي 4-5 سم و عرضها حوالي 2.5 سم (الشكل رقم ٥٥).

وتتكون الخصية من حوالي 200 – 300 فص . و كل فص يحتوي على 2 – 3 أنابيب دقيقة تعرف بالأنابيب المنوية. و كل أنبوبة تغطى بغشاء رقيق basement membrane يزيد في السمك عند الاقتراب من البلوغ و يلي هذا الغشاء طبقة من الخلايا المكعبة تعرف باسم spermatogonia (أمهات المني) ثم يتبعها ٢-٣ صفوف من الخلايا تعرف باسم spermatides وتحتوي على نصف عدد الكروموزومات. وهذه الخلايا هي التي تعطي الأمشاج المذكرة. (الحيوانات المنوية) التي تحتوي على نصف عدد الكروموزومات. و بالإضافة يوجد نوع أخر من الخلايا يعرف باسم sertoli cells خلايا مستطيلة تبرز من الغشاء المغطي الأنيبيبة متجهة ناحية المركز.



الشكل رقم (٥٥). يوضح غدة الخصية.

ويعتقد أن هذه الخلايا لها علاقة بالكمية الضئيلة من هرمونات الأنوثة التي تفرزها الخصية في الذكور. و ترتبط الأنابيب المنوية بعضها ببعض بواسطة نسيج ضام يعرف باسم interstitial cells و هذه الخلايا تفرز هرمون التيستوسيترون testosterone حيث يعتبر هرمون testostesone أكثر هرمونات الذكورة فاعلية و هو هرمون ستيرويدي التركيب يتم تحويله إلى باقي هرمونات الذكورة الأقل فاعلية في الكبد و هي dehydro-epiandrosterone; androsterone وجدير بالذكر فإن هرمون testosterone.

hormone Anabolic حيث إنه يتحول داخل الخلايا إلى dihydro-testosterone الذي يربط بالشبكة الكروماتية مؤديا إلى تكوين m-RNA الذي يحفز عملية تصنيع البروتين و تركه في بعض الأنسجة . و خاصة العضلات الهيكلية skeletal muscles أي

أن هرمون التستسيترون هرمون بناء من نوع خاص. ووظايفة هرمون التستستيرون أنـــه هرمون مسؤول عن ظهور أعراض الجنس الثانوية.

الغدة الصنوبرية

Pineal gland (Epiphysis cerebri)

تنشأ هذه الغدة من سقف البطين الثالث تحت النهاية الخلفيـــة للجـــسم الـــثفني Corpus callosum . وتقع في إخدود بين الأكيمات العلوية Superior colliculi. ويتراوح وزن هذه الغدة حوالي ١و-١٨و جم وشكلها مثل حبة الصنوبر . تبـــدأ هـــذه الغـــدة بالضمور قبل مرحلة البلوغ الجنسي في الثدييات وتبقى في الإنسان بـــشكل حـــصيات صغيرة مكونة من فوسفات الكالسيوم ويطلق عليـــه pineal sand الرمـــل الـــصنوبري. وتتكون هذه الغدة من خلايا صنوبرية وخلايا دبقية عصبية.

ويتصل بهذه الغدة أعصاب ودية بعد العقدة والتي تنشأ من العقدة العنقية العلوية، أما الألياف العصبية قبل العقدة فتنشأ من عمود الخلايا الجانبي للحبل الشوكي (LHC).

تنتظم فعالية الخلايا العصبية قبل العقدة بواسطة السيال العصبي النازل من النـــواة فوق التصالب في الوطاء. ويتصل بهذه النواة أعصاب مباشرة من شبكية العين عن طريق مسار الحزمة الشبكية تحت المهادية Retino-hypothalamic tract وهي المسؤولة عن نقـــل المعلومات عن الضوء والظلام.

وظائف الغدة الصنوبرية

١- تحتوي هذه الغدة على عدة مركبات حيوية هامة أمينـــات هـــي النورأدرينـــالين والسيروتونين والهستامين والميلاتونين والدوبامين.

٢- تحتوي علي ببتيدات هرمون محرر القنـــد LH-RH والهرمـــون المحـــرر للـــدرق TRHوالفازوبريسين.

٣- تحتوي على ناقل عصبي مثبط هو حامض جاما أمينوبيوتريك GABA.

٤- تفرز هذه الغدة هرمون الميلاتونين وهو أول المركبات التي اكتشفت في الغدة الصنوبرية. ويتكون من الحمض الأميني تربتوفان ،والذي يقل تكوينه في الضوء ويزداد في الظلام.

٥- تقوم الأعصاب الودية المتصلة بالغدة بتنظيم النسق اليومي في تكوين الميلاتونين. وذلك من خلال تنشيط تأثير الأنزيم ن — اسيتل ترانسفيريز N-acetyl-transferase والذي ينشط تكوين ن- أسيتل سيروتونين N-acetyl-serotonin

٦- في بعض الحيوانات تثبط هذه الغدة إفراز هرمونات القند أو Gonadotropin(FSH LH-

٧- إن حقن هرمون الميلاتونين يثبط إفراز هرمونات القند من الغدة النخامية الأمامية واضطراب وظائف المبيض ونموالجريبات على المبيض.

٨- يؤدي استئصال الغدة الصنوبرية إلى البلوغ الجنسي المبكر في عديد من الحيوانات.

الفصل التاسع

الإخراج
Excretion

يعرف الإخراج بأنه التخلص من الفضلات الناتجة عن عمليات الاستقلاب المختلفة التي تجري داخل خلايا الجسم . بعض هذه الفضلات زائد عن حاجة الجسم وبعضها لا فائدة للجسم منه ، والبعض الآخر سام إذا تراكم داخل خلايا الجسم . ويتم طرح هذه الفضلات التي يطلق عليها اسم المواد الإخراجية على شكل محلول مائي .

ويجب أن نميز بين عملية الإخراج Excretion وبين عملية التبرز Egestion فالتبرز هو طرد فضلات الغذاء غير القابلة للهضم والموجودة في الأمعاء الغليظة و لم توجد هذه الفضلات في أي وقت من الأوقات داخل خلايا الجسم ، بل كانت دائما في تجويف الأمعاء . بينما الإخراج هو التخلص من مواد زائدة أو ضارة تكونت داخل الجسم نتيجة عمليات الاستقلاب المختلفة وليست فضلات غذاء لم يتم هضمه.

أعضاء الإخراج
Excretory organs

تعتبر الكلية عضو الإخراج الأساسي في الإنسان والفقاريات بصورة عامة فهي تخلص الجسم من الفضلات النيتروجينية وخاصة البولينا وتطرحها في البول. ولكن الكلية

ليست العضو الوحيد الذي يؤدي وظيفة الإخراج بل هناك أعضاء أخرى يلعب كل منها دورا في تخلص الجسم من المواد الإخراجية مثل:

١- الرئتان

يتخلص الجسم من ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء عن طريق الرئتين في هواء الزفير .

٢- الكبد

ويعتبر عضو إخراجي لأنه يقوم بإفراز العصارة الصفراوية التي تحتوي على أصباغ الصفراء ويدفعها إلى الأمعاء مع أملاح الصفراء . كما يقوم الكبد بانتزاع مجموعة الأمين (Amino group NH2) من الأحماض الأمينية ويحولها إلى الأمونيا التي تخرج عن طريق الكليتين .

٣- الأمعاء الغليظة

نتيجة لتجميع المواد الغذائية غير الممتصة في الأمعاء الغليظة وتحللها تتكون مواد وغازات سامة يتم التخلص منها في صورة براز عن طريق المستقيم ، كما تخرج الأمعاء الغليظة بعض الأملاح مثل الكالسيوم والحديد .

٤- الجلد

يقوم الجلد في بعض الحيوانات مثل الضفدعة بدور في عملية التنفس .بينما في الفقاريات العليا يقوم الجلد بدور في عملية الإخراج عن طريق الغدد التعرقية التي تخلص الجسم من بعض الفضلات النيتروجينية .(مثل البولينا) والأملاح التي تخرج مع التعرق .

٥- الكلية

وظيفة الكلية ليست قاصرة علي إنتاج البول، ولكن الوظيفة الأساسية للكلية هي المحافظة علي حجم وتركيب ثابتين الدم و لهذا فإنها تقوم باستخلاص المواد الإخراجية والزائد من الماء من الدم و تطرحها إلى الخارج على شكل بول .

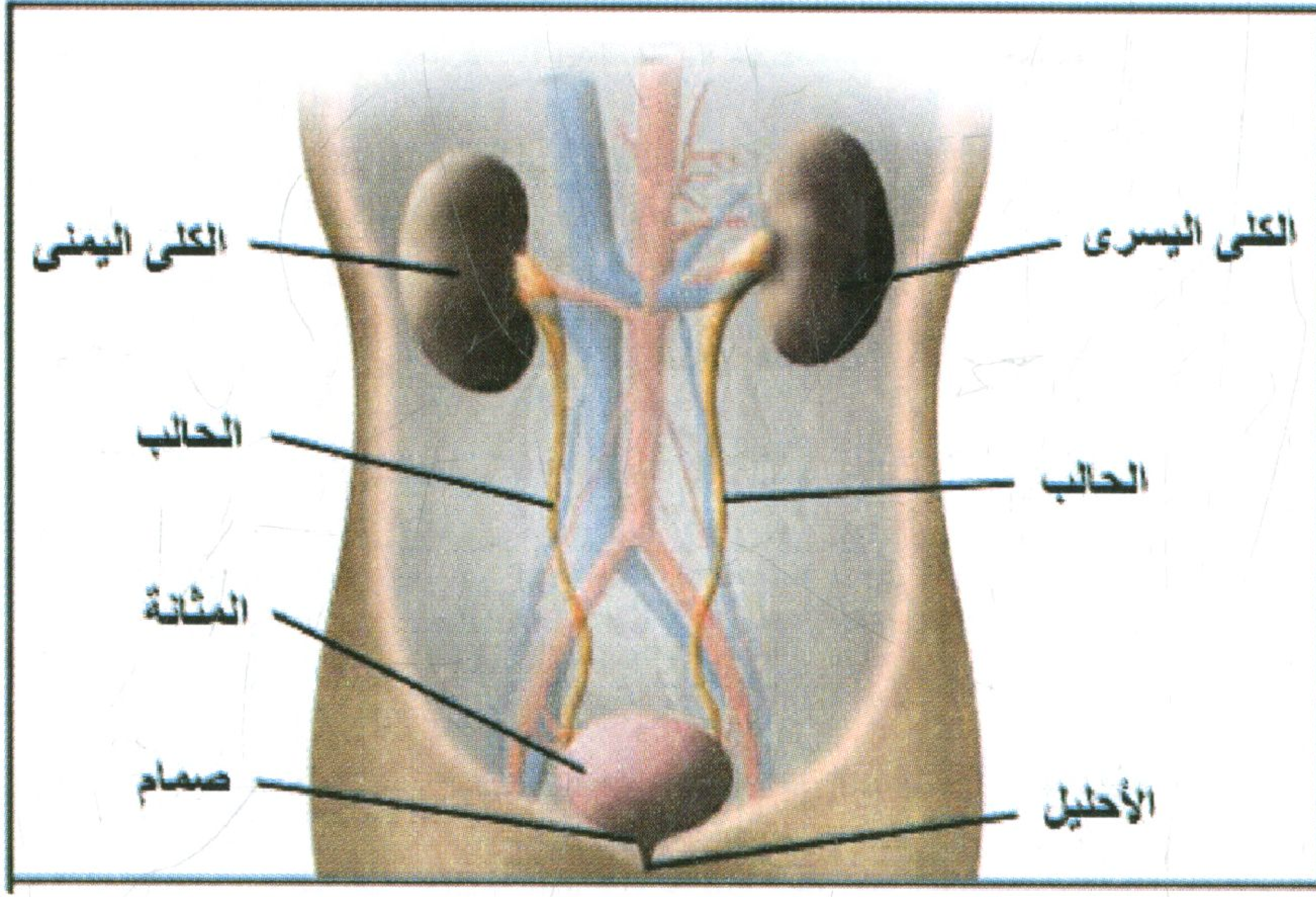
ويوجد في الفقاريات ومنها الإنسان كليتان والكليتان غدتان لونهما أحمر غامق تقعان في الجهة الظهرية من الجسم علي جانبي العمود الفقري في الجزء الخلفي من تجويف البطن، والكلية اليسرى أعلى من الكلية اليمنى ، وتشبه الكلية في شكلها بذرة الفاصوليا ذات سطح محدب و سطح داخلي مقعر يعرف بالسرة Hilum .

ويتصل بكل كلية من جهة السرة وعاءان دمويان احدهما متفرع من الابهر "الأورطي " ويعرف بالشريان الكلوي renal artery الذي يدخل الكلية و يتفرع داخلها والآخر هو الوريد الكلوي renal vein الذي يعود فيه الدم الصادر من الكلية .ويخرج من الكلية خلف الأوعية الدموية أنبوب ضيق وهو الحالب الذي ينقل البول من الكلية إلى المثانة البولية urinary bladder و تخرج من المثانة قناة مجرى البول urethra التي تحمل البول إلى خارج الجسم ويتكون الجهاز البولي urinary system من الكليتين والحالبين والمثانة البولية و قناة مجري البول أو الأحليل (الشكل رقم ٥٦).

ويحيط بكل كلية طبقة دهنية تكون غطاء حول الكلية يسمى المحفظة capsule يحميها من الصدمات. كما يساعد على تثبيتها في مكانها.

التركيب الداخلي للكلية

عند فحص قطاع طولي في الكلية (الشكل رقم ٥٧) نلاحظ أن الكلية تتكون من ثلاث مناطق رئيسة مرتبة من الخارج إلى الداخل كما يلي:



الشكل رقم (٥٦). يوضح تركيب الجهاز البولي في الإنسان.

١- القشرة cortex

وهي المنطقة الخارجية و لونها باهت و تحتوي على أجسام صغيرة كروية الشكل، تعرف بكريات ملبيجى Malpighian corpuscles ويوجد في كلية الإنسان حوالي مليون من هذه الكريات. ويملأ باقي القشرة خطوط دقيقة تمتد من السطح الخارجي متجه إلى السرة و تمثل هذه الخطوط الانابيب الكلوية renal tubules التي توصل كريات ملبيجى بحوض الكلية.ويوجد في منطقة القشرة الأنابيب الملتفة القريبة proximal convoluted tubules وكذلك الأنابيب الملتفة البعيدة distal convoluted tubules.

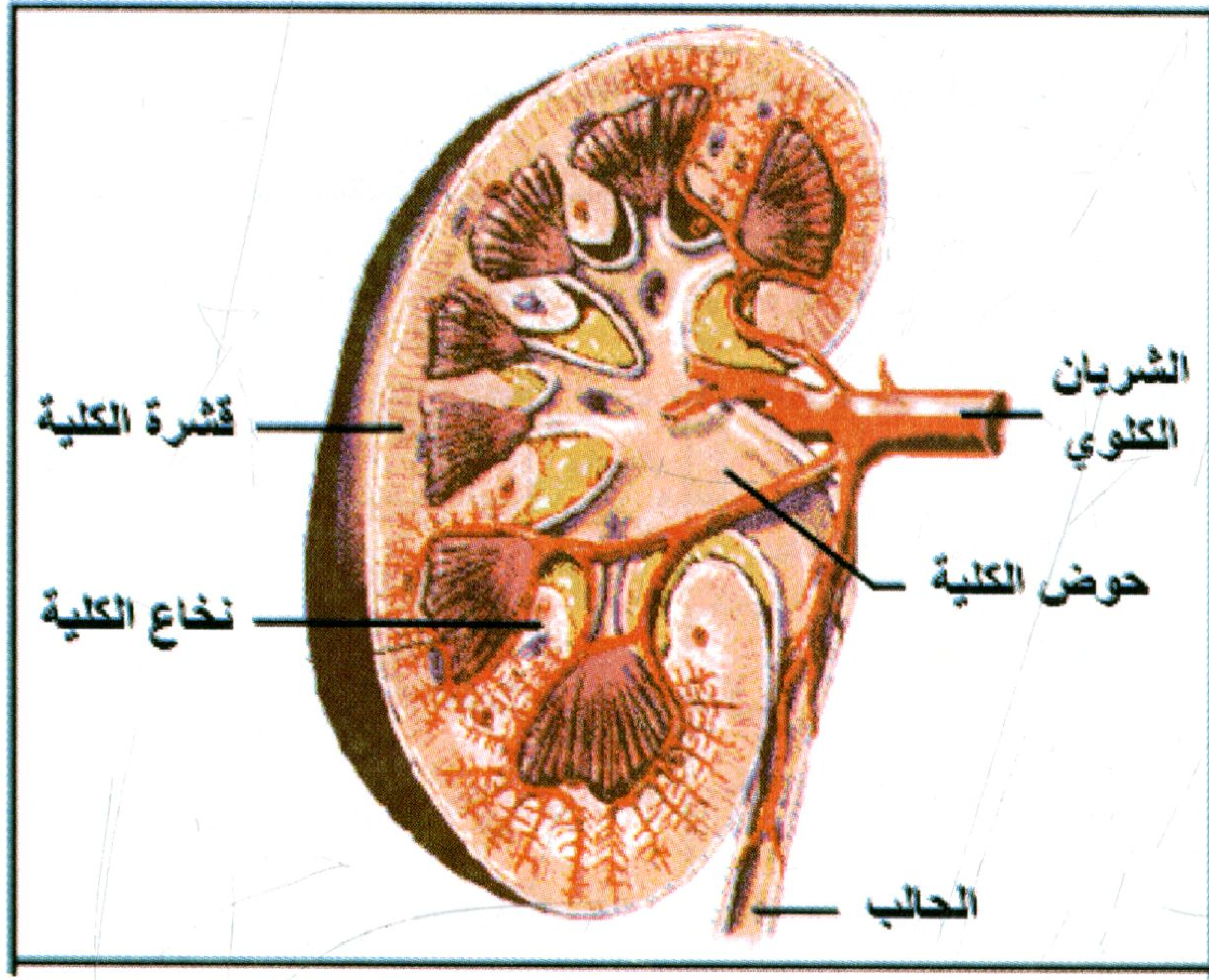
٢- النخاع medulla

هو المنطقة الوسطى من الكلية و تظهر فيها خطوط دقيقة مستقيمة هي الأنابيب الجامعة collecting tubules التي تنتهي في تجمعات على شكل حلمات وتشكل في

مجموعها ما يعرف بأهرامات ملبيجى وتتجه هذه الحلمات نحو منطقة الحوض وفي نهايتها تفتح الأنابيب الجامعة، ويوجد اثنا عشر هرما في كلية الإنسان.

٣- الحوض

هو المنطقة الداخلية من الكلية. وهو تجويف متسع تصب فيه الأنابيب الجامعة قطرات البول ومن هذا التجويف يبدأ الحالب.



الشكل رقم (٥٧). يوضح تركيب الكلى.

الكليون أو النفرون

The nephron

هو الوحدة الوظيفية للكلية والنفرون عبارة عن أنبوب دقيق طولة حوالي ٣٠-٣٨ مم (الشكل رقم ٥٨)، ويبدأ في منطقة القشرة بجزء منتفخ مقفل مزدوج الجدار يسمى محفظة بومان Bawmans capsule

يحيط بشبكة من الشعيرات الدموية تسمى الكبة Glomerulus وتتفرع هذه الشعيرات عن شريان صغير هو أحد فروع الشريان الكلوي Renal artery

ويطلق علي محفظة بومان والكبة اسم كريه ملبيجي وتخرج منها أنبوبة دقيقة هي الأنبوبة البولية التي توصل كريه ملبيجي بحوض الكلى وتتكون من:

١- الأنابيب الملتفة القريبة Proximal convoluted tubules.

٢- عروه هنل وهي علي شكل حرف U وهي عبارة عن فرع نازل وفرع صاعد والذي يتجه ناحية القشرة الكلوية مرة أخرى.

٣- الأنابيب الملتفة الدانية أو البعيدة Distal convoluted tubules: وهي أنبوبة ملتفة توجد في منطقة القشرة وتقع بعيدا عن كريه ملبيجي.

٤- النبيبات الجامعة Collecting ducts: وهي أنبوبة مستقيمة تصب فيها الأنابيب الملتفة البعيدة وتوجد في منطقة النخاع وتتحد هذه الأنابيب مع الأنابيب الجامعة الأخرى فتتكون أنابيب أكبر وتصب في النهاية في قمة هرم ملبيجي.

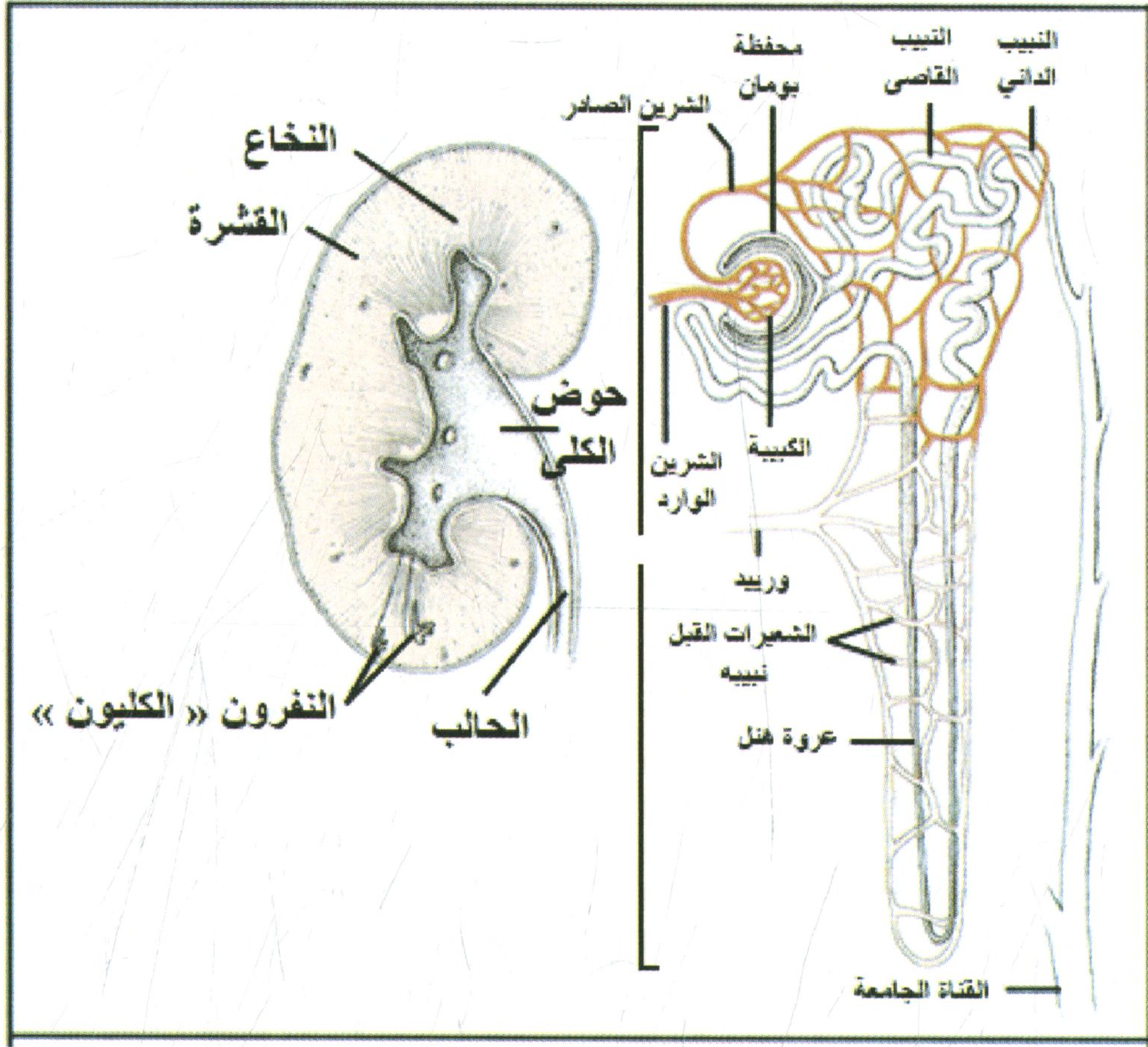
الجهاز المجاور للكبيبة

يوجد هذا الجهاز داخل الكلى بجوار الكبة ويتكون من عدة خلايا تكون حساسة لعنصر الصوديوم وتوجد بين الشرينات الصادرة والواردة.

الوظيفة

يفرز هذا الجهاز هرمون الأريثروبيوتين هو الهرمون الحاث لنخاع العظم لكي ينشط انتاج خلايا الدم من نخاع العظم الأحمر في حالة نقص الأوكسجين في الأماكن المرتفعة. ويفرز أنزيم الرينين الذي يعمل على تحويل Angiotensinogen

إلي Angiotensin I والذي يتحول إلى AngiotensinII بواسطة أنزيمات محولة تفرز من الرئتين .ويعمل علي إحداث ضيق في الأوعية الدموية Vasoconsriction و رفع ضغط الدم الشرياني .كما ينشط إفراز هرمون الألدوستيرون من قشرة الكظر ويعمل على إعادة امتصاص عنصر الصوديوم وزيادة حجم الدم وبالتالي زيادة ضغط الدم أيضا .



الشكل رقم (٥٨). يوضح تركيب الكلى و"النفرون أو الكليون".

تكوين البول

يتكون البول في الكلى نتيجة ثلاث عمليات رئيسة وهي الترشيح وإعادة الامتصاص والإفراز

١- الترشيح الكبيبي Glomerular filtration

وهي المرحلة الأولى في تكوين البول وتتم في كريات ملبيجي وخاصة في الكبيبات الكلوية .

حيث إن الشعيرات الدموية التي تكون الكبة تلامس الجدار الداخلي لمحفظة بومان مما يسهل

عملية انتقال المواد من الشعيرات الدموية إلى تجويف محفظة بومان . ويتم ترشيح بلازما الدم بمعدل ١٢٥مل /دقيقة ويتم انتقال المواد الموجودة في بلازما الدم إلى تجويف محفظة بومان نتيجة لأن ضغط الدم في منطقة الكبد مرتفع (70 ملم زئبق) وسبب هذا الارتفاع أن قطر الأوعية الدموية في الكبد ضيق جدا .

وينتج عن عملية الرشح تحت الضغط أن تنتقل المواد الموجودة في بلازما الدم إلى تجويف محفظة بومان . ولهذا نجد أن الرشح المتكون في تجويف المحفظة يشبه في تركيبة بلازما الدم ، باستثناء خلوه من البروتينات . فهو يحتوي على الجلوكوز والماء والأملاح والفضلات النيتروجينية ، كما أن تركيز المواد في السائل المترشح يعادل تقريبا تركيزها في بلازما الدم .

٢- عمليتا إعادة الامتصاص والإفراز Reabsorption and secretion

ينتقل السائل المترشح في تجويف محفظة بومان باتجاه الأنبوب الجامع مارا بالأنابيب البولية . ويتغير تركيب هذا السائل أثناء مروره عبر أجزاء النفرون باتجاه الأنبوب الجامع ويشمل هذا التغيير عمليتين أساسيتين هما.

أ) عملية إعادة الامتصاص reabsorption

وفيها تمتص بعض المواد الموجودة في السائل بواسطة خلايا الأنابيب البولية ، وتعاد إلى الدم الذي يجري في الشعيرات الدموية المحيطة بها . وقد تتم هذه العملية بواسطة العملية بواسطة النقل الإيجابي active transport بواسطة خلايا الأنابيب .

ب) عملية إفراز secretion

وفيها تفرز خلايا الأنبوب بعض المواد في السائل الموجود في تجويفها وتؤخذ هذه المواد من الدم الذي يجري في الشعيرات الدموية المحيطة وتتم هذه العملية في أغلب الحالات بواسطة نقل ايجابي بعكس فرق التركيز .

يتم ترشيح حوالي 125 سم٣ من الدم في الدقيقة ، وهذا يعادل 180 لتراً في اليوم الواحد ولكن حجم البول الذي يخرجه الإنسان يتراوح من لتر إلى لتر ونصف يوميا . ومعنى هذا أن حوالي 99 % من ماء الرشيح يمتص في الأنابيب البولية ويعاد إلى الدم ، وأن حوالي 1 % فقط يسمح له بالخروج على شكل بول وتقوم خلايا الأنابيب الملتفة القريبة بامتصاص (80 — 95 %) من الماء . بينما تتعاون عروة هنل والأنابيب الملتفة البعيدة على امتصاص الجزء الباقي .

وبالإضافة إلى الماء تمتص خلايا الأنابيب الملتفة القريبة أيضا الجلوكوز والبوتاسيوم وبعض الصوديوم و الفوسفات و البيكربونات كما تمتص الأحماض الأمينية والبروتينات. وفي عروة هنل Loop of Henle نجد أن الخلايا تنشط لامتصاص الماء كذلك إفراز وتركيز البولة. وفى نهاية هذه اللفة نجد أن السائل أصبح مركزا ،فنجد أن تركيز البولة في هذا السائل أعلى من تركيزها في الدم . بينما تركيز البوتاسيوم و البيكربونات و الفوسفات في هذا السائل اقل من تركيزها في الدم .

أما الانابيب الملتفة البعيدة فانها تحدث تغيرات أخرى في سائل الأنبوب تخص الماء والصوديوم . وهذا الجزء يحدد كمية الصوديوم النهائية التي ستمتص كما يتحدد في

الجزء الحجم النهائي للبول وينظم امتصاص الماء هرموناً يفرزه الوطاء وهو الهرمون المضاد لإدرار البول (A.D.H.)antidiuretic hormone بالإضافة إلى هرمونات أخرى تفرزها قشرة الغدة الكظرية adrenal cortex.

وظائف الكلية

يمكن أن نلخص وظائف الكلية فيما يلي :

١- الوظيفة الأساسية للكلية هي المحافظة علي تركيب ثابت للدم والسائل النسيجي حيث إنها :

أ) تقوم باستخلاص المواد الإخراجية من الدم و إخراجها في البول .و بعض هذه المواد مفيد ولكنه زائد عن الحاجة مثل الكريتنين و البعض الآخر ضار إذا تراكم مثل البولة وحمض البول .

ب) تخلص الدم من الماء الزائد وبهذا تحافظ علي محتوى ثابت من الماء في الدم و بالتالي على ضغط ازمولى ثابت للدم . أي أنها تحافظ على مستوى السوائل في جسم الإنسان .

ج) تحافظ الكلية علي مكونات الدم الرئيسة مثل خلايا الدم و البروتينات و الأملاح والجلوكوز

٢- المحافظة علي التوازن الحامضي القاعدي الدم وعن طريق إعادة امتصاص الصوديوم والبوتاسيوم والبيكربونات والفوسفات منظمة كمية الحامض والقاعدة التي في الدم وبالتالي تحافظ على أس هيدروجيني PH ثابت للدم (7.4) .

٣- تنظم الكلية التأثير الأزمولي للدم ، وتحافظ على حالة التوازن بين المحتوى الملحي للدم والمحتوى الملحي للخلايا وذلك بإخراج الكميات الزائدة من الأملاح .

٤- تفرز الكلي أنزيم الرينين الذي يساعد على تنظيم ضغط الدم الشرياني.

٥- تفرز الكلى هرمون الأريثروبيوتين الذي ينشط خلايا نخاع العظم الأحمر وزيادة إنتاج خلايا الدم الحمراء.

٦- تفرز الكلى بقايا الأدوية الموجودة في الدم وتفرز أيضا الصبغات .

مكونات البول

يوضح الجدول رقم (؟؟؟) مكونات البول.

الجدول رقم (؟؟؟). مكونات البول.

المكون	النسبة
ماء	98 – 99 %
البولة	0.2 %
كرياتينن	0.075 %
صوديوم	0.4 %
بوتاسيوم	0.15 %
ماغنيسيوم	0.006 %
حمض البول	0.05 %
أمونيا	0.048 %
بروتين	لا يوجد
جلوكوز	لا يوجد

المراجع

القاموس الطبي الموحد الطبعة الثالثة ١٩٨٣ سويسرا.

المعجم الطبي الموحد ١٩٧٨ الجليلي ،محمود مطبعة المجمع العلمي العراقي.

أساسيات عامة في الفسيولوجيا ١٩٨٣ عبد الفتاح ،رشدي فتوح جامعة الكويت.

أساسيات علم الفسيولوجيا (وظائف الأعضاء) ١٩٩٣ سيد أحمد، نبيل أبوهيكل والصاوي ، ممدوح وزارة التعليم العالي كلية التربية النوعية ميت غمر.

تشريح جسم الإنسان فريحات ، حكمت. الشبكة العنكبوتية الدولية.

جسم الإنسان ١٩٨١ بول لويس ودافيد روبنشتان . ترجمة عصام المياس.

مبادئ الفيزيولوجيا الطبية ١٩٩٤-١٩٩٥ الطبعة السادسة عشرة .إعداد مفيد جوخدار.الجزء الأول-الجزء الثاني دار المعاجم

فسيولوجيا الخلية تحت الطبع جامعة القصيم ، سيد أحمد،نبيل أبوهيكل .

علم الغدد الصماء والتناسل تحت الطبع جامعة القصيم ،سيد أحمد ،نبيل أبوهيكل.

Review of Medical physiology Willim F.Ganong .

Board Review Series Physiology,LindaS.Costanzo, Williams&Wplkins,AWarverly company.

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي– إنجليزي

أ

الأتروبين	Atropine
الاتصال العضلي العصبي	Neuromscular junction
أثلام	Fissures
الإثنى عشر أو العفج	Duodenum
أجسام مضادة	Antibodies
الأجهزة	Systems
الاحتياطي الأوكسجين	Oxygen Debt
الأحجام التنفسية " الرئوية "	Lung Volume
الإحساس بالألم	Pain sensation
الأحماض الأمينية	Amino acids
الأحماض الدهنية	Fatty acids
إحمرار الدم	Polycythemia
الإخراج	Excretion

Adrenaline	أدرينالين
Menses	الإدماء
Ear	الأذن
Atria	أذينان
Erythropiotein	الأرثروبيوتين
Depolarization	إزالة القطبية
Homeostasis	الأستتباب الداخلي
Excitability	الاستثارية
Response	استجابة
Acetylcholine	الأستيل كولين
Acetyl choline estrase	أستيل كولين إستريز
Tachycardia	إسراع عضلة القلب
Electric signals	الإشارات الكهربية
Emission	الإصدار
Heart sounds	الأصوات القلبية
Antigens	الأضداد
Free nerve endings	الأعصاب العارية" المنتهية"
Unmyelinated nerve	الأعصاب اللانخاعينية
Cranial nerves	الأعصاب المخية " القحفية "
Myelinated Nerve	الأعصاب النخاعينية أو الغمدية
Organs	الأعضاء
Sex organs	الأعضاء الجنسية

Target organs	الأعضاء المستهدفة
Exocytosis	الإفراز الخلوي الخارجي
Tears secretion	إفراز الدموع
Actin	الأكتين
Albumin	الألبيومين
Visceral pain	الألم االحشوي
Referred pain	الألم التحويلي
Acute pain	الألم الحاد
Chronic pain	الألم المزمن
Fibres	ألياف
Thin Filaments	الألياف الرفيعة
Thick Filaments	الألياف السميكة
Nerve Fibers	الألياف العصبية
Parkinje's fibers	ألياف بوركينج
Collagen fibres	ألياف كولاجينية
Elastic fibres	ألياف مرنة
Absorption	الامتصاص
Intestinal Iamylase	الأميليز المعوي
Amino peptidase	أمينو ببتيديز
Proximal convoluted tubules	الأنابيب الملتفة القريبة
Collecting tubules	الأنابيب الجامعة
Distal convoluted tubules	الأنابيب الملتفة البعيدة

Interferon	الأنترفيرون
Inter leukin	الانترولوكين
Erection	انتصاب القضيب
Enterogasteron	الإنتيروجاسترون
Chemotaxis	الانجذاب الكيميائي
B-endrophin	الأندورفين
Pancreatic Amylase	إنزيم الأميليز البنكرياسي
Pepsinogen enzyme	إنزيم البيسينوجين " البيسين "
Gletainase	إنزيم الجلاتينيز
Phospholipase enzyme	إنزيم الفوسفوليبيز
Catalase	إنزيم الكتاليز
Carbonic anhydrase	إنزيم الكربونيك أنهيدريز
Cholesterol esterase enzyme	إنزيم الكلوستيرول استريز
Pancreatic Lipase	إنزيم الليبيز
Maltase	إنزيم المالتيز
Urease	إنزيم اليوريز
Enzymes	الأنزيمات
Intestinal enzyme	إنزيمات العصارة المعوية
Tissues	الأنسجة
Diapedesis	الانسلال
Spinal reflexes	الانعكاسات الشوكية
Nose	الأنف

Atrial systole	انقباض الأذين
Isotonic Contraction	الانقباض الأسوي التوتر
Isometric Contraction	الانقباض الأسوى المقاس
Ventricular systole	انقباض البطين
Muscle contraction	الانقباض العضلي
Piloerection	انقباض عضلات الشعر
Contractility	الانقباضية
Clot Retraction	انكماش الخثرة
Sickel Cell anemia	الأنيميا المنجلية
Veins	الأوردة
Blood Vessels	الأوعية الدموية
Oxy-hemoglobin	أوكس هيموجلوبين
Oxidase	اوكسيديز
Peptidase	الببتيديز

ب

Prokaryotic	بدائية النواة
Bradyknin	البرادي كينين
Isthmus	البرزخ
Plasma protein	بروتين البلازما
Glycoprotein	بروتين سكري
Low Density Lipoprotein (LDLP)	البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة

بروتينات داخلية	Integral Proteins
البروستجمين	Prostigmine
البروكسيسومز	Peroxisomes
بطينان	Ventricles
بلازما الدم	Blood Plasma
بلازما الدم	The Plasma
البلعة	Bolus
البلعمة	Phagocytosis
البلعوم	Pharynx
البليروبين	Bilirubin
البليفيردين	Biliverdin
البويضة المخصبة	A Fertilized Egg
البيئة الداخلية	Internal Environment
البيكربونات	Bicarbonates
التأقلم	Adaptation
التامور	Pericardium
التبرز	Defecation

ت

تمدد	Distension
تحفيز	Stimulate
تحلل الخضاب	Fate of Hb

Lipolysis	تحلل الدهون
Fibrinolysis	تحليل الخثرة
Electrocardiogram (ECG)	تخطيط القلب الكهربائي
Cell Differentation	التخليق الخلوي
Summation	التراكم
Trypsin	التربسين
Tropomyosin	التربوميوسين
Troponin	التربونيين
Glomerular filtration	الترشيح الكبيبي
Blood supply	التروية الدموية
Echo cardiography	تصوير القلب بالصدى
Muscle Fatigue	التعب العضلي
Sweating	التعرق
Blood flow	التغذية الدموية
Dendrites	التغصنات
Cramp	التقلص العضلي
Tetanus	التكزز
Gyri	التلافيف
Liver cirrhosis	تليف الكبد
Metabolism	التمثيل الغذائي
Regulation of respiration	تنظيم التنفس
Respiration	التنفس

External respiration	التنفس الخارجي
Internal respiration	التنفس الداخلي
Myogenic	تنقبض ذاتياً
Neurogenic	تنقبض عصبياً
Callapse	تنكمش
Pulmonary Ventilation	التهوية الرئوية
Tension	التوتر
Muscles tone	توتر العضلات
Saltatory conduction	التوصيل الوثبي
Rigor mortis	تيبس رمى
Testosterone	التيستستيرون

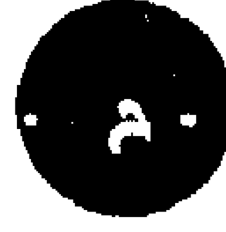
ث

ATP	ثلاثي فوسفات الادينوزين

ج

Paracrine	جار غدي
Exophalamos	جحوظ العين
Brain stem	جذع المخ
Pons	الجسر
Corpus luteum	الجسم الأصفر

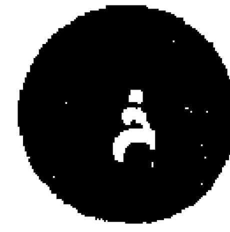
Carotid Bodies	الجسم السباتي
Lysosome	الجسيمات الحالة
Cell Organelles	الجسيمات الخلوية
Dehydration	الجفاف
Eye Lids	الجفون
Skin	الجلد
Globulin	جلوبيولين
Glucose	الجلوكوز
Urinary system	الجهاز البولي
Respiratory system	الجهاز التنفسي
Sensory system	الجهاز الحسي
Nervous system	الجهاز العصبي
Somatic Nervous System	الجهاز العصبي الجسمي " الإرادي "
Autonomic Nervous System	الجهاز العصبي اللاإرادي
Peripheral Nervous System	الجهاز العصبي المحيطي
Central Nervous System	الجهاز العصبي المركزي
Sympathetic Nervous System	الجهاز العصبي الودي
Parasympathetic Nervous System	الجهاز العصبي نظير الودي
Golgi Apparatus	جهاز جولجي
Limbic System	الجهازالطرفي



الحاجز	Septum
الحاجز الدموي للمخ	Blood Brain Barrier
حافز التناسل	Gonadotrophic
حامض الدى رايبوز النووى	Deoxyriboneucleic acid (DNA)
الحبل الشوكي	Spinal Cord
الحبيبات الإفرازية	Secretory vesicles
حجم الدم المضغوط	Packed cell volume PCV
حجم النبضة	Stroke Volume
حدقة العين	Eye Pupil
الحرق اللاهوائي	Anerobic Oxidation
الحرق الهوائي	Aerobic Oxidation
الحركة الأميبية	Ameboid movement
الحركة البندولية	Pendular movement
حركة التقطيع	Segmentation movement
حركة التمعج " الدودية "	Peristaltic Movement
الحركة التمعجية	Peristalsis
الحركة التمعجية العكسية	Antiperistaltic Movements
الحركة التوترية	Tonic movement
حركة الزغبات " الخملات "	Villary movement
الحركة في الأمعاء	Intestinal Movements
الحزمة الأسفينية	Cuneatus

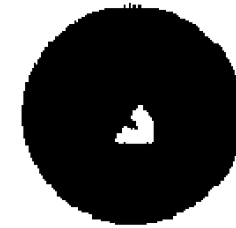
Gracilis	الحزمة الرشيقة
Hiss bundles	حزمة هيس
Complete heart block	حصر القلب التام
Incomplete Heart Block	حصر جزئي للقلب
Nerve Block	حصر عصبي
Hippocampus	الحصين
Uncus	الحقفة
Eukaryotic	حقيقية النواة
Tyrosine	حمض التيروسين
Ribonucleic Acid (RNA)	حمض الرايبوز النووى
Sialic Acid	حمض السياليك
Folic Acid	حمض الفوليك
Carbonic Acid	حمض الكربونيك
Lactic Acid	حمض اللبن
Hyaluronic Acid	حمض الهياليورونك
Transfer RNA	حمض رن ا الناقل
Pregnancy	الحمل
Acidosis	الحموضة
Larynx	الحنجرة
Gall Bladder	الحوصلة المرارية
Thyroid Vesicles	الحويصلات الدرقية
Graffian Follicle	حويصلة جراف

الحيز الميت	Dead Space
الحيز الميت التشريحي	Anatomical Dead Space
الحيز الميت السنخي	Alveolar Dead Space
الحيز الميت الفسيولوجي	Physiological Dead Space



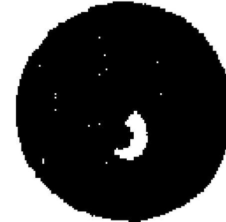
خبايا ليبركين	Lieberkuhin Crypts
خثرة الدم	Blood Clot
الخصي	Testes
الخضاب العضلي	Myoglobin
الخلايا الجذعيه	Stem Cells
الخلايا الدبقية	Glial Cells
الخلايا الدبقية الدقيقة	Microglial Cells
الخلايا الدبقية القليلة التغصن	Oligodendrocytes
خلايا الدم البيضاء	White Blood Cells
الخلايا الظهارية	Epithelial Cells
الخلايا العرطلية	Megakaryocytes
الخلايا العصبية	Nerve Cells
الخلايا العضلية	Muscle Cells
خلايا اللمفاوية	Lymphoytes
الخلايا النجمية	Astrocytes
الخلايا النسيجية الضامة	Connective Tissue Cells

Monocytes	خلايا الوحيدة
Glucostate Cells	خلايا حساسة للجلوكوز
Esinophils	خلايا حمضة
Schwan Cells	خلايا شوان
Neutrophils	خلايا عدلة
Basophils	خلايا قعدة
Cell	الخلية
A Single Cell	خلية وحيدة
Microfilaments	الخيوط الدقيقة

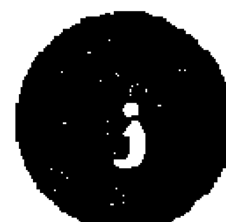


pH	درجة الأس الهيدروجين
Temperature	درجة الحرارة
Blood	الدم
Tissues buffer	دورائ الأنسجة
Protein buffer	دورائ البروتين
Haemoglobin buffer	دورائ الخضاب فى كرات الدم الحمراء
Phosphate buffer	دورائ الفوسفات
Systemic Circulation	الدورة الجهازية
Pulmonary Circulation	الدورة الرئوية
Cardiac Cycles	الدورة القلبية
Krebs cycle	دورة كربس

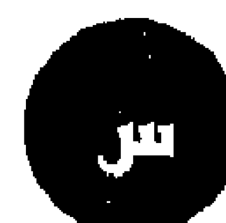
دورة كوري	Cori cycle
الدي أكسي رايبوز	Deoxyribose



الرئتين	Lungs
الرايبوز	Ribose
رد الفعل المنعكس	Reflex action
رد فعل انسحابي	Withdrawal Reflex
رد فعل غير مشروط	Unconditioned Reflex
رفوف	Cristae
رن ا الرسول	Messenger RNA
رن ا الريبوسومي	Ribosomal RNA



الزفير	Expiration
الزفيري حجم الاحتياطي	Expiratory Reserve volume
زيادة الجلوكوز بالدم	Hyperglycaemia



السائل الخلالي	Interstitial fluid
السائل خارج الخلايا	Extracellular fluid (ECF)

Intercellular fluid	السائل داخل الخلايا
Platelets plug	سدة الصفائح الدموية
Hilum	السرة
Leukaemia	سرطان الدم (إبيضاض الدم)
Succinyl Choline	سكسينل كولين
Botulinim Toxin	سموم البتيولزم
Body Fluids	سوائل الجسم
Nerve Impulse	السيالات العصبية
Cytoplasm	السيتوبلازم
Serotonin	السيروتونين

ش

Endoplasmic Reticulum	الشبكة الهيولية
Arteries	الشرايين
Renal Artery	الشريان الكلوي
Capillaries	الشعيرات
Heat Paralysis	الشلل الحراري
Inspiration	الشهيق

ص

Chromosomes	الصبغيات

الصدرية	Thoracic
الصفائح الدموية	Blood Platlets or Thrombocytes
الصفحية الانتهائية المحركة للعضلات	Neuromscular Transmisson
الصمام الأورطى	Aortic Valve
الصمام الرئوي	Pulmonary Valve
الصمام المترالي	Mitral Valves
صمامات القلب	Valves of Heart
الصمامين الهلاليين	Semilunar Valves

ض

الضغط الانبساطي	Diastolic Pressure
الضغط الانقباضي	Systolic Pressure
ضغط الدم الشرياني	Arterial Blood Pressure
الضغط الرئوي	Intrapulmonary Pressure
الضغط الصدري	Intra Pleural Pressure
الضغط النبضي	Pulse Pressure
الضفيرة الحوضية	Pelvic Plexus
ضيق الشعب الهوائية	Bronchio Constriction
ضيق حدقة العين	Eye Pupil Myosis
ضيق في الأوعية الدموية	Vasoconsriction

ط

Ausculatory Method	طريقة التسمع
Palpation Method	طريقة الجس
Length of Muscle	طول العضلة

ظ

Stair Case Phenomena	ظاهرة الدرج السلم
Horner's syndrome	ظاهرة هورنر

ع

Intrinsic Factor	العامل الداخلي
Growth factors	عامل النمو
Threshold stimulus	عتبة المنبه
Sacral	العجزية
Loop of Henle	عروة هنل
Night Blindness	العشى الليلي
Pancreatic Juice	العصارة البنكرياسية
Bile Secretion	العصارة الصفراء
Intestinal Secretion	العصارة المعوية
Optic Nerve	العصب البصري
Trochlear Nerve	العصب البكري

Trigeminal Nerve	العصب التوأمي الثلاثي
Vagus Nerve	العصب الحائر أو المبهم
Phernic Nerve	العصب الحجابي
Auditory Nerve	العصب السمعي
Olfactory Nerve	العصب الشمي
Accessory Nerve	العصب اللاحق
Glosso-Pharyngeal Nerve	العصب اللساني البلعومي
Abducent Nerve	العصب المبعد
Occulomotor Nerve	العصب المحرك للعين
Facial Nerve	العصب الوجهي
Postganglonic N	العصب بعد العقدة
Hypoglossal Nerve	العصب تحت اللساني
Chorda Tympani	عصب حبل الطبل
Afferent Nerve	عصب حسي
Preganglonic N.F	العصب قبل العقدة
Motor Nerve Efferent	عصب محرك
Respiratory Muscles	عضلات التنفس
External Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الخارجية
Internal Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الداخلية
Smooth Muscles	العضلات الملساء
Skeletal Muscles	العضلات الهيكلية
Diaphragm	عضلة الحجاب الحاجز

Myocardium	عضلة القلب
Cardiac Muscle	العضلة القلبية
Sneezing Centre	العطس
Node of Ranviers	عقد رانفير
Giagantism	عملقة الجسم
Acromegaly	عملقة العظام الغضروفية
Coagulation Factors	عناصر التخثر
Cervical	العنقية
Repolarization	عودة القطبية
Eye	العين

غ

Galactose	الغالكتوز
Nausea	الغثيان
Thymus Gland	الغدة التيموثية
Thyroid Gland	الغدة الدرقية
Pineal Gland	الغدة الصنوبرية
Posterior Pituitary Gland	الغدة النخامية الخلفية
Partoid Gland	الغدة النكفية
Sublingul Glands	الغدة تحت اللسان
Suprarenal Gland	الغدة فوق الكلية (الكظرية)
Salivary Glands	الغدد اللعابية

الغدد تحت الفكية	Submandibular Glands
غشاء الخلية	Plasma Membrane
الغشاء القاعدي	Basement Membrane
غشاء عضلي	Sarcolemma
غشاء مخاطي	Mucous Membrane
الغشاء نووي	Nuclear membrane
غلاف النخاعين	Myelin Sheath
الغليكوجين العضلي	Muscle Glycogen

ف

فترة الاستجابة أقل من الطبيعي	Subnormal Phase
فترة الاستجابة الزائدة	Supra Normal Phase
فترة الاسترخاء	Relaxation Phase
فترة الانقباض	Contraction Period
فترة الحرون	Refractory Periods
فترة الحرون المطلق	(A.R.P) Absolute Refractory Period
فترة الحرون النسبي	(R.R.P) Relative Refractory Period
الفحص المجهري	Microscopic Observation
فرط ضغط الدم	Hypertension
فرق التركيز	Concentration gradient
الفركتوز	Fractose
فسيولوجيا الأعصاب	Neuro- physiology

Frontal lobe	الفص الأمامي(الجبهي)
Parietal lobe	الفص الجداري
Temporal lobe	الفص الصدغي
Pars nervosa	الفص العصبي
Occipital lobe	الفص القذالي
Poisonous mushroom	فطر عيش الغراب السام
Conditioned Reflex	الفعل المنعكس المشروط
Coma	فقدان الوعى
Anemia	فقر الدم أو الأنيميا
Creatine Phosphate (CP)	فوسفات الكرياتين
Phosphatase	الفوسفاتيز
Fibrinogen	فيبرينوجين
Vitamins	الفيتامينات

ق

Capacities Lung	القدرات التنفسية " الرئوية "
Vital Capacity	القدرة الحيوية
Functional Residual Capacity	القدرة الزفيرية
Inspiratory Capacity	القدرة الشهيقية
Total Lung Capacity	القدرة الكلية للرئتين
Ejaculation	القذف
Dwarfism	القزمية

القشرة المخية	Cerebral Cortex
القصبة الهوائية	Trachea
القطنية	Lumber
القلاء	Alkalosis
القلب	Heart
القماءة	Cretinism
القمع	Infundibuium
قناة مجري البول	Urethra
قنوات	Channels
قنوات اتصال	Jap Junction
قنوات الصوديوم	Sodium Channels
القوس الإنعكاسي	Reflex Arc
القيء	Vomiting

ك

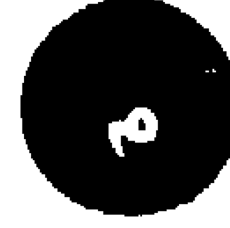
الكاتيكولا أمين	Catecholamines
كاربو أمين هيموجلوبين	Carbo-aminohemoglobin
كاربوكسي هيموجلوبين	Carboxy Hb
كاره للماء	Hydrophobic
كالموديولين	Calmuodlin
الكبة	Glomerulus
الكبد	Liver

Suph-Hb	كبريتات الخضاب
Specific Gravity	الكثافة النوعية
Cough	الكحة (السعال)
Dry Cough	الكحة الجافة
Corbacoal	الكرباكول
Blood Cells	كريات (خلايا) الدم
Corpuscles Malpighian	كريات ملبيجي
Kidney	الكلى
The Nephron	الكليون أو النفرون
Action Potential	كمون العمل
Curare	كورار
Chondroitin	الكوندرويتين
Scrotum	كيس الخصية
Chymotrypsin	الكيموتربسين
Chymes	الكيموس

ل

Viscosity	اللزوجة
Epiglottis	لسان المزمار
Peyer's Patches	لطخات بايرز
Saliva	اللعاب
Ileum	اللفائفي

اللمس	Touch
اللوزة	Amygdala
الليبيز المعدي	Gastric Lipase
الليبيز المعوي	Intestinal Lipase
الليسوزوم	Lysozyme
الليمف	Lymph



المبايض	Ovaries
المتقدرات (الميتوكوندريا)	Mitochondria
المثانة البولية	Urinary Bladder
مجموعات الدم	Blood Groups
المجهر الالكتروني	Electronic Microscope
المجهر الضوئي	Light Microscope
محب للماء	Hydrophilic
المحفظة	Capsule
محفظة الكلى	Renal Capsules
محفظة بومان	Bawmans Capsule
محفظه الطحال	Spleen Capsule
المحور	Axon
المخ الأوسط	Mid Brain
المخاط	Mucin

White Mucous	المخاط الأبيض
Cerebellum	المخيخ
Pontine Centres	مراكز الجسر
Auditory Area	مراكز السمع
Medullary Centres	مراكز النخاع المستطيل
Sub Cortical	المراكز تحت القشرة
Latent Period	مرحلة الكمون
Diabetes Millitus	مرض السكرى
Apneustic Centre	مركز الأبنيوسيتك
Feeding Centre	مركز التغذية
Expiratory Centre	مركز الزفير
Satiety	مركز الشبع
Vision	مركز النظر أو الأبصار
Pneumotaxic	مركز النيموتاكسيك
Spino-thalamic Tract	المسار الشوكي المهادي
Descending Tracts	المسارات الحركية " الهابطة"
Cortico Spinal Tracts	المسارات القشرية المخية الشوكية
Pyramidal Tracts	المسارات الهرمية
Extra-pyramidal Tracts	المسارات خارج الهرمية
(AB) Universal Recipient	المستقبل العام
Receptors	المستقبلات
Cutanous Receptors	مستقبلات الجلد

مستقبلات الحس العميق	Proprio- receptors
المستقبلات الخارجية	Extero-receptors
المستقبلات الداخلية	Intero-receptors
مستقبلات السكر	Gluco- receptors
مستقبلات الضغط	Baro-receptors
مستقبلات الضغط التناضحي	Osmo-receptors
المستقبلات الكولينية	Colinergic Receptors
مستقبلات الوطاء	Hypothalamic Receptors
مستقبلات حسية	Sensory Receptors
مستقبلات كيميائية	Chemo-receptors
مستقبلات مسكارنية	Muscarinic Receptors
مستقبلات نيكوتين	Nicotinic Receptors
مضخات	Pumps
مضخة الصوديوم والبوتاسيوم	Sodium - potassium pump
المعادن	Minerals
المعدة	Stomach
معدل انتشار الغاز	Rate of Diffusion
المعطى العام (O)	Universal doners
مغازل عضلية	Muscle spindles
المغص	Colic
الممرات التنفسية أو الهوائية	Air conducting part
المناطق الحركية	Motor Area

Sensory Area	المناطق الحسية
Immunity	المناعة
Cellular Immunity	المناعة الخلوية
Humoral Immunity	المناعة الدوارة
Innate Immunity	المناعة الطبيعية
Acquired Immunity	المناعة المكتسبة
Stimuli	المنبهات
Zona Fasiculata	المنطقة الحزمية
Zona Reticularis	المنطقة الشبكية
Zona Glomerulosa	المنطقة المحببة
Thalamus	المهد
Anticogulants	موانع التخثر
Met Hemoglobin	ميت هيموجلوبين
Myosin	الميوسين
Heavy Meromyosin	الميوسين الثقيل
Light Meromyosin	الميوسين الخفيف

ن

Neurotransmitters	الناقلات العصبية
Radial Pulse	النبض الكعبري
Extrasystole	نبضات إضافية
Microtubules	النبيبات الدقيقة

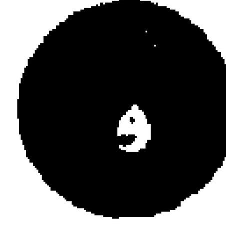
النتاج القلبي	Cardiac Output
النخاع	Medulla
نخاع العظم الأحمر	Red Bone Marrow
النخاع المستطيل	Medulla Oblongata
النزيف الدموي	Bleeding
نظام الدوارئ (المنظمات)	Buffer System
نقص الأكسجة	Hypoxia
نقص الجلوكوز بالدم	Hypoglycaemia
نقص الصفائح الدموية	Thrombocytopenia
نقص المناعة المكتسبة	Acquired immune deficiency syndrome (AIDS)
نقل الإلكترون	Electron Transfer
نقل الدم	Blood Transfusion
النواة	Nucleus
النواة اللعابية الخلفية	Inferior Salivary Gland
النواة اللعابية العليا	Superior Salivary Nucleus.
النواقل	Carriers
النور أدرينالين	Nore Adrenaline
النوية	Nucleolus
النيكوتين	Nicotine

هـ

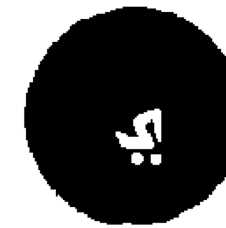
هرمون أكسي توسين	Oxytocin Hormone

Oestrogen	هرمون الاستروجن
Aldosterone	هرمون الالدوستيرون
Insulin	هرمون الأنسولين
Inhibin hormone	هرمون الأنهيبين
Bradykinin Hormone	هرمون البرادكينين
Progesterone Hormone	هرمون البروجسترون (هرمون الحمل)
Gastrin Hormone	هرمون الجاسترين
Glucagon	هرمون الجلوكاجون
Ganodotropins	الهرمون الحاث للمناسل
Relaxin Hormone	هرمون الريلاكسين
Secretin Hormone	هرمون السكرتين
Calcitonin	هرمون الكالسيتونين
Cortisol Hormone	هرمون الكورتيزول
Chloecystokinin (CCK)	هرمون الكولي سيستوكينين
Leptin Hormone	هرمون اللبتين
Prolactin Hormone	هرمون اللبن
Vasopressin Hormone	هرمون فازوبروسسين
Calcitonin Hormone	هرمون كلستيونين
Hormones	الهرمونات
Histamine	الهستامين
Heparin	الهيبارين
Hemoglobin	الهيموجلوبين

الهيموفيليا أ	Hemophilia A



الوحدات الوظيفية	Functional Units
الوحدة الحركية	Motor Unit
الوحدة العضلية	Sarcomere
الوريد الكلوي	Renal Vein
الوطاء (تحت المهد)	Hypothalamus



يوسع الشعب الهوائية	Bronchio-dilation

ثانياً: إنجليزي– عربي

A

A Fertilized Egg	البويضة المخصبة
A Single Cell	خلية وحيدة
(A.R.P) Absolute Refractory Period	فترة الحرون المطلق
(AB) Universal Recipient	المستقبل العام
Abducent Nerve	العصب المبعد
Absorption	الامتصاص
Accessory Nerve	العصب اللاحق
Acetyl choline estrase	أستيل كولين إستريز
Acetylcholine	الأستيل كولين
Acidosis	الحموضة
Acquired immune deficiency syndrome (AIDS)	نقص المناعة المكتسبة
Acquired Immunity	المناعة المكتسبة
Acromegaly	عملقة العظام الغضروفية
Actin	الأكتين
Action Potential	كمون العمل
Acute pain	الألم الحاد
Adaptation	التأقلم
Adrenaline	أدرينالين
Aerobic Oxidation	الحرق الهوائي
Afferent Nerve	عصب حسي

Air conducting part	الممرات التنفسية أو الهوائية
Albumin	الألبيومين
Aldosterone	هرمون الالدوستيرون
Alkalosis	القلاء
Alveolar Dead Space	الحيز الميت السنخي
Ameboid movement	الحركة الأميبية
Amino acids	الأحماض الأمينية
Amino peptidase	أمينو ببتيديز
Amygdala	اللوزة
Anatomical Dead Space	الحيز الميت التشريحي
Anemia	فقر الدم أو الأنيميا
Anerobic Oxidation	الحرق اللاهوائي
Antibodies	أجسام مضادة
Anticogulants	موانع التخثر
Antigens	الأضداد
Antiperistaltic Movements	الحركة التمعجية العكسية
Aortic Valve	الصمام الأورطى
Apneustic Centre	مركز الأبنيوسيتك
Arterial Blood Pressure	ضغط الدم الشرياني
Arteries	الشرايين
Astrocytes	الخلايا النجمية
ATP	ثلاثي فوسفات الادينوزين

Atria	أذينان
Atrial systole	انقباض الأذين
Atropine	الأتروبين
Auditory Area	مراكز السمع
Auditory Nerve	العصب السمعي
Ausculatory Method	طريقة التسمع
Autonomic Nervous System	الجهاز العصبي اللاإرادي
Axon	المحور

B

Baro-receptors	مستقبلات الضغط
Basement Membrane	الغشاء القاعدي
Basophils	خلايا قعدة
Bawmans Capsule	محفظة بومان
B-endrophin	الأندورفين
Bicarbonates	البيكربونات
Bile Secretion	العصارة الصفراء
Bilirubin	البليروبين
Biliverdin	البليفيردين
Bleeding	النزيف الدموي
Blood	الدم
Blood Brain Barrier	الحاجز الدموي للمخ
Blood Cells	كريات (خلايا) الدم

Blood Clot	خثرة الدم
Blood flow	التغذية الدموية
Blood Groups	مجموعات الدم
Blood Plasma	بلازما الدم
Blood Platlets or Thrombocytes	الصفائح الدموية
Blood supply	التروية الدموية
Blood Transfusion	نقل الدم
Blood Vessels	الأوعية الدموية
Body Fluids	سوائل الجسم
Bolus	البلعة
Botulinim Toxin	سموم البتيولزم
Bradykinin Hormone	هرمون البرادكينين
Bradyknin	البرادي كينين
Brain stem	جذع المخ
Bronchio Constriction	ضيق الشعب الهوائية
Bronchio-dilation	يوسع الشعب الهوائية
Buffer System	نظام الدوارئ (المنظمات)

C

Calcitonin	هرمون الكالسيتونين
Calcitonin Hormone	هرمون كلستيونين
Callapse	تنكمش

Calmuodlin	كالموديولين
Capacities Lung	القدرات التنفسية " الرئوية "
Capillaries	الشعيرات
Capsule	المحفظة
Carbo-aminohemoglobin	كاربو أمين هيموجلوبين
Carbonic Acid	حمض الكربونيك
Carbonic anhydrase	إنزيم الكربونيك أهيدريز
Carboxy Hb	كاربوكسي هيموجلوبين
Cardiac Cycles	الدورة القلبية
Cardiac Muscle	العضلة القلبية
Cardiac Output	النتاج القلبي
Carotid Bodies	الجسم السباتي
Carriers	النواقل
Catalase	إنزيم الكتاليز
Catecholamines	الكاتيكولا أمين
Cell	الخلية
Cell Differentation	التخليق الخلوي
Cell Organelles	الجسيمات الخلوية
Cellular Immunity	المناعة الخلوية
Central Nervous System	الجهاز العصبي المركزي
Cerebellum	المخيخ
Cerebral Cortex	القشرة المخية

Cervical	العنقية
Channels	قنوات
Chemo-receptors	مستقبلات كيميائية
Chemotaxis	الانجذاب الكيميائي
Chloecystokinin (CCK)	هرمون الكولي سيستوكينين
Cholesterol esterase enzyme	إنزيم الكلوستيرول استريز
Chondroitin	الكوندرويتين
Chorda Tympani	عصب حبل الطبل
Chromosomes	الصبغيات
Chronic pain	الألم المزمن
Chymes	الكيموس
Chymotrypsin	الكيموتربسين
Clot Retraction	انكماش الخثرة
Coagulation Factors	عناصر التخثر
Colic	المغص
Colinergic Receptors	المستقبلات الكولينية
Collagen fibres	ألياف كولاجينية
Collecting tubules	الأنابيب الجامعة
Coma	فقدان الوعى
Complete heart block	حصر القلب التام
Concentration gradient	فرق التركيز
Conditioned Reflex	الفعل المنعكس المشروط

Connective Tissue Cells	الخلايا النسيجية الضامة
Contractility	الانقباضية
Contraction Period	فترة الانقباض
Corbacoal	الكرباكول
Cori cycle	دورة كوري
Corpus luteum	الجسم الأصفر
Corpuscles Malpighian	كريات ملبيجى
Cortico Spinal Tracts	المسارات القشرية المخية الشوكية
Cortisol Hormone	هرمون الكورتيزول
Cough	الكحة (السعال)
Cramp	التقلص العضلي
Cranial nerves	الأعصاب المخية " القحفية "
Creatine Phosphate (CP)	فوسفات الكرياتين
Cretinism	القماءة
Cristae	رفوف
Cuneatus	الحزمة الأسفينية
Curare	كورار
Cutanous Receptors	مستقبلات الجلد
Cytoplasm	السيتوبلازم

D

Dead Space	الحيز الميت

Defecation	التبرز
Dehydration	الجفاف
Dendrites	التغصنات
Deoxyriboneucleic acid (DNA)	حامض الدى رايبوز النووى
Deoxyribose	الدي أكسي رايبوز
Depolarization	إزالة القطبية
Descending Tracts	المسارات الحركية " الهابطة"
Diabetes Millitus	مرض السكرى
Diapedesis	الانسلال
Diaphragm	عضلة الحجاب الحاجز
Diastolic Pressure	الضغط الانبساطي
Distal convoluted tubules	الأنابيب الملتفة البعيدة
Distension	تمدد
Dry Cough	الكحة الجافة
Duodenum	الإثنى عشر أو العفج
Dwarfism	القزمية

E

Ear	الأذن
Echo cardiography	تصوير القلب بالصدى
Ejaculation	القذف
Elastic fibres	ألياف مرنة

Electric signals	الإشارات الكهربية
Electrocardiogram (ECG)	تخطيط القلب الكهربائي
Electron Transfer	نقل الإلكترون
Electronic Microscope	المجهر الالكتروني
Emission	الإصدار
Endoplasmic Reticulum	الشبكة الهيولية
Enterogasteron	الإنتيروجاسترون
Enzymes	الأنزيمات
Epiglottis	لسان المزمار
Epithelial Cells	الخلايا الظهارية
Erection	انتصاب القضيب
Erythropiotein	الأرثروبيوتين
Esinophils	خلايا حمضة
Eukaryotic	حقيقية النواة
Excitability	الاستثارية
Excretion	الإخراج
Exocytosis	الإفراز الخلوي الخارجي
Exophalamos	جحوظ العين
Expiration	الزفير
Expiratory Centre	مركز الزفير
Expiratory Reserve volume	الزفيري حجم الاحتياطي
External Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الخارجية

External respiration	التنفس الخارجي
Extero-receptors	المستقبلات الخارجية
Extracellular fluid (ECF)	السائل خارج الخلايا
Extra-pyramidal Tracts	المسارات خارج الهرمية
Extrasystole	نبضات إضافية
Eye	العين
Eye Lids	الجفون
Eye Pupil	حدقة العين
Eye Pupil Myosis	ضيق حدقة العين

F

Facial Nerve	العصب الوجهي
Fate of Hb	تحلل الخضاب
Fatty acids	الأحماض الدهنية
Feeding Centre	مركز التغذية
Fibres	ألياف
Fibrinogen	فيبرينوجين
Fibrinolysis	تحليل الخثرة
Fissures	أثلام
Folic Acid	حمض الفوليك
Fractose	الفركتوز
Free nerve endings	الأعصاب العارية" المنتهية"

Frontal lobe	الفص الأمامي(الجبهي)
Functional Residual Capacity	القدرة الزفيرية
Functional Units	الوحدات الوظيفية

G

Galactose	الغالكتوز
Gall Bladder	الحوصلة المرارية
Ganodotropins	الهرمون الحاث للمناسل
Gastric Lipase	الليبيز المعدي
Gastrin Hormone	هرمون الجاسترين
Giagantism	عملقة الجسم
Gletainase	إنزيم الجلاتينيز
Glial Cells	الخلايا الدبقية
Globulin	جلوبيولين
Glomerular filtration	الترشيح الكبيبي
Glomerulus	الكبة
Glosso-Pharyngeal Nerve	العصب اللساني البلعومي
Glucagon	هرمون الجلوكاجون
Gluco- receptors	مستقبلات السكر
Glucose	الجلوكوز
Glucostate Cells	خلايا حساسة للجلوكوز
Glycoprotein	بروتين سكري

Golgi Apparatus	جهاز جولجي
Gonadotrophic	حافز التناسل
Gracilis	الحزمة الرشيقة
Graffian Follicle	حويصلة جراف
Growth factors	عامل النمو
Gyri	التلافيف

H

Haemoglobin buffer	دورائ الخضاب فى كرات الدم الحمراء
Heart	القلب
Heart sounds	الأصوات القلبية
Heat Paralysis	الشلل الحراري
Heavy Meromyosin	الميوسين الثقيل
Hemoglobin	الهيموجلوبين
Hemophilia A	الهيموفيليا أ
Heparin	الهيبارين
Hilum	السرة
Hippocampus	الحصين
Hiss bundles	حزمة هيس
Histamine	الهستامين
Homeostasis	الأستتباب الداخلي
Hormones	الهرمونات

Horner's syndrome	ظاهرة هورنر
Humoral Immunity	المناعة الدوارة
Hyaluronic Acid	حمض الهياليورونك
Hydrophilic	محب للماء
Hydrophobic	كاره للماء
Hyperglycaemia	زيادة الجلوكوز بالدم
Hypertension	فرط ضغط الدم
Hypoglossal Nerve	العصب تحت اللساني
Hypoglycaemia	نقص الجلوكوز بالدم
Hypothalamic Receptors	مستقبلات الوطاء
Hypothalamus	الوطاء (تحت المهد)
Hypoxia	نقص الأكسجة

I

Ileum	اللفائفي
Immunity	المناعة
Incomplete Heart Block	حصر جزئي للقلب
Inferior Salivary Gland	النواة اللعابية الخلفية
Infundibuium	القمع
Inhibin hormone	هرمون الأنهيبين
Innate Immunity	المناعة الطبيعية
Inspiration	الشهيق

Inspiratory Capacity	القدرة الشهيقية
Insulin	هرمون الأنسولين
Integral Proteins	بروتينات داخلية
Inter leukin	الانترولوكين
Intercellular fluid	السائل داخل الخلايا
Interferon	الأنترفيرون
Internal Environment	البيئة الداخلية
Internal Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الداخلية
Internal respiration	التنفس الداخلي
Intero-receptors	المستقبلات الداخلية
Interstitial fluid	السائل الخلالي
Intestinal enzyme	إنزيمات العصارة المعوية
Intestinal Iamylase	الأميليز المعوي
Intestinal Lipase	الليبيز المعوي
Intestinal Movements	الحركة في الأمعاء
Intestinal Secretion	العصارة المعوية
Intra Pleural Pressure	الضغط الصدري
Intrapulmonary Pressure	الضغط الرئوي
Intrinsic Factor	العامل الداخلي
Isometric Contraction	الانقباض الأسوى المقاس
Isotonic Contraction	الانقباض الأسوي التوتر
Isthmus	البرزخ

J

Jap Junction	قنوات اتصال

K

Kidney	الكلى
Krebs cycle	دورة كربس

L

Lactic Acid	حمض اللبن
Larynx	الحنجرة
Latent Period	مرحلة الكمون
Length of Muscle	طول العضلة
Leptin Hormone	هرمون اللبتين
Leukaemia	سرطان الدم (إبيضاض الدم)
Lieberkuhin Crypts	خبايا ليبركين
Light Meromyosin	الميوسين الخفيف
Light Microscope	المجهر الضوئي
Limbic System	الجهازالطرفي
Lipolysis	تحلل الدهون
Liver	الكبد

Liver cirrhosis	تليف الكبد
Loop of Henle	عروة هنل
Low Density Lipoprotein (LDLP)	البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة
Lumber	القطنية
Lung Volume	الأحجام التنفسية " الرئوية "
Lungs	الرئتين
Lymph	الليمف
Lymphoytes	خلايا الليمفاوية
Lysosome	الجسيمات الحالة
Lysozyme	الليسوزوم

M

Maltase	إنزيم المالتيز
Medulla	النخاع
Medulla Oblongata	النخاع المستطيل
Medullary Centres	مراكز النخاع المستطيل
Megakaryocytes	الخلايا العرطلية
Menses	الإدماء
Messenger RNA	رن ا الرسول
Met Hemoglobin	ميت هيموجلوبين
Metabolism	التمثيل الغذائي
Microfilaments	الخيوط الدقيقة

Microglial Cells	الخلايا الدبقية الدقيقة
Microscopic Observation	الفحص المجهري
Microtubules	النبيبات الدقيقة
Mid Brain	المخ الأوسط
Minerals	المعادن
Mitochondria	المتقدرات (الميتوكوندريا)
Mitral Valves	الصمام المترالي
Monocytes	خلايا الوحيدة
Motor Area	المناطق الحركية
Motor Nerve Efferent	عصب محرك
Motor Unit	الوحدة الحركية
Mucin	المخاط
Mucous Membrane	غشاء مخاطي
Muscarinic Receptors	مستقبلات مسكارنية
Muscle contraction	الانقباض العضلي
Muscle Cells	الخلايا العضلية
Muscle Fatigue	التعب العضلي
Muscle Glycogen	الغليكوجين العضلي
Muscle spindles	مغازل عضلية
Muscles tone	توتر العضلات
Myelin Sheath	غلاف النخاعين
Myelinated Nerve	الأعصاب النخاعينية أو الغمدية

Myocardium	عضلة القلب
Myogenic	تنقبض ذاتياً
Myoglobin	الخضاب العضلي
Myosin	الميوسين

N

Nausea	الغثيان
Nerve Fibers	الألياف العصبية
Nerve Block	حصر عصبي
Nerve Cells	الخلايا العصبية
Nerve Impulse	السيالات العصبية
Nervous system	الجهاز العصبي
Neuro- physiology	فسيولوجيا الأعصاب
Neurogenic	تنقبض عصبياً
Neuromscular junction	الاتصال العضلي العصبي
Neuromscular Transmisson	الصفحية الانتهائية المحركة للعضلات
Neurotransmitters	الناقلات العصبية
Neutrophils	خلايا عدلة
Nicotine	النيكوتين
Nicotinic Receptors	مستقبلات نيكوتين
Night Blindness	العشى الليلي
Node of Ranviers	عقد رانفير

Nore Adrenaline	النور أدرينالين
Nose	الأنف
Nuclear membrane	الغشاء نووي
Nucleolus	النوية
Nucleus	النواة

O

Occipital lobe	الفص القذالي
Occulomotor Nerve	العصب المحرك للعين
Oestrogen	هرمون الاستروجن
Olfactory Nerve	العصب الشمي
Oligodendrocytes	الخلايا الدبقية القليلة التغصن
Optic Nerve	العصب البصري
Organs	الأعضاء
Osmo-receptors	مستقبلات الضغط التناضحي
Ovaries	المبايض
Oxidase	اوكسيديز
Oxygen Debt	الاحتياطي الأوكسجين
Oxy-hemoglobin	أوكس هيموجلوبين
Oxytocin Hormone	هرمون أكسي توسين

P

Packed cell volume PCV	حجم الدم المضغوط
Pain sensation	الإحساس بالألم
Palpation Method	طريقة الجس
Pancreatic Amylase	إنزيم الأميليز البنكرياسي
Pancreatic Juice	العصارة البنكرياسية
Pancreatic Lipase	إنزيم الليبيز
Paracrine	جار غدي
Parasympathetic Nervous System	الجهاز العصبي نظير الودي
Parietal lobe	الفص الجداري
Parkinje's fibers	ألياف بوركينج
Pars nervosa	الفص العصبي
Partoid Gland	الغدة النكفية
Pelvic Plexus	الضفيرة الحوضية
Pendular movement	الحركة البندولية
Pepsinogen enzyme	إنزيم الببسينوجين " الببسين "
Peptidase	الببتيديز
Pericardium	التامور
Peripheral Nervous System	الجهاز العصبي المحيطي
Peristalsis	الحركة التمعجية
Peristaltic Movement	حركة التمعج " الدودية "
Peroxisomes	البروكسيسومز

Peyer's Patches	لطخات بايرز
pH	درجة الأس الهيدروجين
Phagocytosis	البلعمة
Pharynx	البلعوم
Phernic Nerve	العصب الحجابي
Phosphatase	الفوسفاتيز
Phosphate buffer	دورائ الفوسفات
Phospholipase enzyme	إنزيم الفوسفوليبيز
Physiological Dead Space	الحيز الميت الفسيولوجي
Piloerection	انقباض عضلات الشعر
Pineal Gland	الغدة الصنوبرية
Plasma Membrane	غشاء الخلية
Plasma protein	بروتين البلازما
Platelets plug	سدة الصفائح الدموية
Pneumotaxic	مركز النيموتاكسيك
Poisonous mushroom	فطر عيش الغراب السام
Polycythemia	إحمرار الدم
Pons	الجسر
Pontine Centres	مراكز الجسر
Posterior Pituitary Gland	الغدة النخامية الخلفية
Postganglonic N	العصب بعد العقدة
Preganglonic N.F	العصب قبل العقدة

Pregnancy	الحمل
Progesterone Hormone	هرمون البروجسترون (هرمون الحمل)
Prokaryotic	بدائية النواة
Prolactin Hormone	هرمون اللبن
Proprio- receptors	مستقبلات الحس العميق
Prostigmine	البروستجمين
Protein buffer	دورائ البروتين
Proximal convoluted tubules	الأنابيب الملتفة القريبة
Pulmonary Circulation	الدورة الرئوية
Pulmonary Valve	الصمام الرئوي
Pulmonary Ventilation	التهوية الرئوية
Pulse Pressure	الضغط النبضي
Pumps	مضخات
Pyramidal Tracts	المسارات الهرمية

R

(R.R.P) Relative Refractory Period	فترة الحرون النسبي
Radial Pulse	النبض الكعبري
Rate of Diffusion	معدل انتشار الغاز
Receptors	المستقبلات
Red Bone Marrow	نخاع العظم الأحمر
Referred pain	الألم التحويلي

Reflex action	رد الفعل المنعكس
Reflex Arc	القوس الإنعكاسي
Refractory Periods	فترة الحرون
Regulation of respiration	تنظيم التنفس
Relaxation Phase	فترة الاسترخاء
Relaxin Hormone	هرمون الريلاكسين
Renal Artery	الشريان الكلوي
Renal Capsules	محفظة الكلى
Renal Vein	الوريد الكلوي
Repolarization	عودة القطبية
Respiration	التنفس
Respiratory Muscles	عضلات التنفس
Respiratory system	الجهاز التنفسي
Response	استجابة
Ribonucleic Acid (RNA)	حمض الرايبوز النووى
Ribose	الرايبوز
Ribosomal RNA	رن ا الريبوسومي
Rigor mortis	تيبس رمى

S

Sacral	العجزية
Saliva	اللعاب

Salivary Glands	الغدد اللعابية
Saltatory conduction	التوصيل الوثبي
Sarcolemma	غشاء عضلي
Sarcomere	الوحدة العضلية
Satiety	مركز الشبع
Schwan Cells	خلايا شوان
Scrotum	كيس الخصية
Secretin Hormone	هرمون السكرتين
Secretory vesicles	الحبيبات الإفرازية
Segmentation movement	حركة التقطيع
Semilunar Valves	الصمامين الهلاليين
Sensory Area	المناطق الحسية
Sensory Receptors	مستقبلات حسية
Sensory system	الجهاز الحسي
Septum	الحاجز
Serotonin	السيروتونين
Sex organs	الأعضاء الجنسية
Sialic Acid	حمض السياليك
Sickel Cell anemia	الأنيميا المنجلية
Skeletal Muscles	العضلات الهيكلية
Skin	الجلد
Smooth Muscles	العضلات الملساء

Sneezing Centre	العطس
Sodium - potassium pump	مضخة الصوديوم والبوتاسيوم
Sodium Channels	قنوات الصوديوم
Somatic Nervous System	الجهاز العصبي الجسمي " الإرادي "
Specific Gravity	الكثافة النوعية
Spinal Cord	الحبل الشوكي
Spinal reflexes	الانعكاسات الشوكية
Spino-thalamic Tract	المسار الشوكي المهادي
Spleen Capsule	محفظه الطحال
Stair Case Phenomena	ظاهرة الدرج السلم
Stem Cells	الخلايا الجذعيه
Stimulate	تحفيز
Stimuli	المنبهات
Stomach	المعدة
Stroke Volume	حجم النبضة
Sub Cortical	المراكز تحت القشرة
Sublingul Glands	الغدة تحت اللسان
Submandibular Glands	الغدد تحت الفكية
Subnormal Phase	فترة الاستجابة أقل من الطبيعي
Succinyl Choline	سكسينل كولين
Summation	التراكم
Superior Salivary Nucleus.	النواة اللعابية العليا

Suph-Hb	كبريتات الخضاب
Supra Normal Phase	فترة الاستجابة الزائدة
Suprarenal Gland	الغدة فوق الكلية (الكظرية)
Sweating	التعرق
Sympathetic Nervous System	الجهاز العصبي الودي
Systemic Circulation	الدورة الجهازية
Systems	الأجهزة
Systolic Pressure	الضغط الانقباضي

T

Tachycardia	إسراع عضلة القلب
Target organs	الأعضاء المستهدفة
Tears secretion	إفراز الدموع
Temperature	درجة الحرارة
Temporal lobe	الفص الصدغي
Tension	التوتر
Testes	الخصي
Testosterone	التيستستيرون
Tetanus	التكزز
Thalamus	المهد
The Nephron	الكليون أو النفرون
The Plasma	بلازما الدم

Thick Filaments	الألياف السميكة
Thin Filaments	الألياف الرفيعة
Thoracic	الصدرية
Threshold stimulus	عتبة المنبه
Thrombocytopenia	نقص الصفائح الدموية
Thymus Gland	الغدة التيموثية
Thyroid Gland	الغدة الدرقية
Thyroid Vesicles	الحويصلات الدرقية
Tissues	الأنسجة
Tissues buffer	دوراىء الأنسجة
Tonic movement	الحركة التوترية
Total Lung Capacity	القدرة الكلية للرئتين
Touch	اللمس
Trachea	القصبة الهوائية
Transfer RNA	حمض رن ا الناقل
Trigeminal Nerve	العصب التوأمي الثلاثي
Trochlear Nerve	العصب البكري
Tropomyosin	التربوميوسين
Troponin	التربونيين
Trypsin	التربسين
Tyrosine	حمض التيروسين

U

Unconditioned Reflex	رد فعل غير مشروط
Uncus	الحقفة
Universal doners	المعطى العام (O)
Unmyelinated nerve	الأعصاب اللانخاعينية
Urease	إنزيم اليوريز
Urethra	قناة مجري البول
Urinary Bladder	المثانة البولية
Urinary system	الجهاز البولي

V

Vagus Nerve	العصب الحائر أو المبهم
Valves of Heart	صمامات القلب
Vasoconsriction	ضيق في الأوعية الدموية
Vasopressin Hormone	هرمون فازوبروسسين
Veins	الأوردة
Ventricles	بطينان
Ventricular systole	انقباض البطين
Villary movement	حركة الزغبات " الخملات "
Visceral pain	الألم االحشوي
Viscosity	اللزوجة

Vision	مركز النظر أو الأبصار
Vital Capacity	القدرة الحيوية
Vitamins	الفيتامينات
Vomiting	القيء

W

White Blood Cells	خلايا الدم البيضاء
White Mucous	المخاط الأبيض
Withdrawal Reflex	رد فعل انسحابي

Z

Zona Fasiculata	المنطقة الحزمية
Zona Glomerulosa	المنطقة المحببة
Zona Reticularis	المنطقة الشبكية

كشاف الموضوعات

أ

ب

ت

ط

ظ

ع

غ

ف

ق

هـ

و

نبذة عن السيرة الذاتية

الأستاذ الدكتور / نبيل أبوهيكل سيد أحمد سبله

أستاذ ورئيس قسم الفسيولوجيا كلية الطب البيطري جامعة المنصورة .

ولد في المنصورة مصر ١٢/٧/ ١٩٥٩م وتخرج من جامعة الزقازيق بمصر عام ١٩٨٢ وعمل معيدا بكلية الطب البيطري جامعة الزقازيق حتي عام ١٩٨٦ حصل علي الماجستير من جامعة الزقازيق عام ١٩٨٦ ثم عين مدرس مساعد بجامعة الزقازيق حتي عام وحصل علي درجة دكتوراه الفلسفة في العلوم الطبية البيطرية تخصص (الفسيولوجيا والغدد الصماء والتمثيل الغذائي) من جامعة الزقازيق بمصر في ١٩٩٠ رقي إلي درجة أستاذ مساعدعام ١٩٩٥ ثم رقي إلي درجة أستاذ الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء عام٢٠٠٠ م بجامعة المنصورة حتي الأن.

الخبرات العلمية والبحثية

عمل بجامعة الزقازيق منذ عام ١٩٨٣ حتي ١٩٩٨ م . أعير إلي الجماهيرية الليبية عام ١٩٩٣ م وعمل بكلية الطب البشري جامعة التحدي سرت . عين رئيس قسم الفسيولوجيا بها وأسس هذا القسم.

عاد إلي مصر عام ١٩٩٦ م وندب للإنشاء وتأسيس قسم الفسيولوجيا بكلية الطب البيطري جامعة المنصورة. نقل في عام ١٩٩٨ م إلي جامعة المنصورة وعين بها أستاذ علم وظائف الأعضاء ورئيس قسم الفسيولوجيا (وظائف الأعضاء) حتي عام ٢٠٠١ .

ثم أعير إلي جامعة الملك سعود كلية الزراعة والطب البيطري قسم الطب البيطري منذ عام ٢٠٠٢ م حتي عام ٢٠٠٩ م وعاد إلي مصر بعد إنتهاء الأعارة . وعين رئيس قسم الفسيولوجيا بكلية الطب البيطري جامعة المنصورة ٧/٢/٢٠١٠ م وحتي الأن. ولة أكثر من ٣٤ بحث علمي منشور في الدوريات والمجلات العلمية في تخصص الفسيولوجيا أو علم وظائف الأعضاء . ولة ١٠ كتب مؤلفة باللغة العربية والأنجليزية وأشرف علي ١٠ رسائل الماجستير والدكتوراه في جامعات الزقازيق والمنصورة وجامعة القصيم.

السيرة الذاتية للدكتور / على بن عبد الله القرعاوي

استاذ علم وظائف الأعضاء ووكيل جامعة حائل للبحث العلمي تخرج من كلية الزارعة والطيب البيطري قسم الطب البيطري جامعة الملك سعود وسافر إلى الولايات المتحدة الأمريكية حيث حصل على درجه الماجيستير والدكتوراه في علم وظائف الأعضاء وعمل بكلية الزراعة والطب البيطري بدرجة استاذ مساعد ثم استاذ مشارك ثم رقي إلى درجة استاذ بجامعة القصيم وترأس قسم الطب البيطري بكلية الزراعة والطب البيطري عدة سنوات .

له العديد من المؤلفات والبحوث العلمية في مجال علم وظائف الأعضاء والطب البيطري .

وأشرف على العديد من رسائل الماجيستير بجامعة القصيم .

ثم انتقل إلى جامعة حائل حيث اشرف على كلية العلوم والطب ثم رقي إلى درجة وكيل الجامعة للبحث العلمي .

مطابع أضواء المنتدى ت: ٢٤٢٢٢٧٠ - ف: ٢٤٢٣١٩١

ردمك: ٧_٢١_٨٠١٨_٦٠٣_٩٧٨